臺灣省農業試驗所特刊第59號

稻作生產改進策略研討會專刊

中華民國八十四年十二月七～八日
於臺灣省農業試驗所國際會議廳舉行

行政院農業委員會
臺灣省政府農林廳 補助

臺灣省農業試驗所
中華農藝學會 主辦

臺灣省農業試驗所 編印

中華民國八十五年六月

臺灣省農業試驗所特刊第59號

稻作生產改進策略研討會專刊

中華民國八十四年十二月七～八日
於臺灣省農業試驗所國際會議廳舉行

行政院農業委員會
臺灣省政府農林廳　補助

臺灣省農業試驗所
中　華　農　藝　學　會　主辦

臺灣省農業試驗所　編印

中華民國八十五年六月

TARI Special Publication No. 59

Proceedings of the Symposium on the Strategy for the Improvement of Rice Production

Held at Taiwan Agricultural Research Institute
Wufeng, Taichung, Taiwan
Republic of China

December 7-8, 1995

Sponsored by
Council of Agriculture, Executive Yuan
and
Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry

Published by
Taiwan Agricultural Research Institute
Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.

June, 1996

序　言

水稻為我國最重要的糧食作物，自台灣光復以後，政府為充裕糧胥，致力加强稻作研究與生產，在各界共同努力下，著有非常顯著的績效，育成優良的品種，改善栽培技術，進而推廣機械化栽培，使台灣水稻生產技術揚名國內外，生產面積曾高達每年七十八萬公頃，單位面積產量亦逐年遞增，貢獻至偉。自民國七十年代初期政府因稻米生產過剩而推行稻田轉作政策以來，水稻栽培面積大幅降低，目前僅及三十餘萬公頃；又因國民生活水準顯著提升，逐漸注重對品質的要求，稻作試驗研究的重點乃由量轉為質，以期生產高品質稻米，因應消費者的需求。

目前政府正積極謀求加入世界貿易組織，並可能因而大幅度開放國外農產品進口，對國內生產成本原已偏高的農業產業而言，勢將造成衝擊。稻米亦不例外，擬議中雖有限量進口的緩衝期及維持保價收購政策可為調適，但仍應早做綢繆，以為因應。由於國民生活水準與消費能力增高，未來國外良質米有可能大量輸入，因此如何經由改進品種與栽培方式以提高國產稻米品質，增强競爭力，應為當前試驗研究的首要目標；又考慮永續性農業經營的重要性及長遠性，宜選育抗病蟲害能力强的品種與開發具經濟效益的生產技術；此外，由於水田具有涵養地下水的功能，而未來水稻栽培面積又可能僅維持於三十萬公頃左右，對今後環境保育是否可能產生影響，都是值得注意的問題。

民國八十四年適值台灣省農業試驗所成立一百週年，本所舉辦多項學術研討會以資慶祝與紀念。基於稻作之重要性、近十餘年來稻米生產所經歷的劇變及未來可能面臨的挑戰，特別以「稻作生產改進策略」做為一系列研討會之結束，其目的在為台灣五十年來最重要的糧食作物之發展方向提供策略性的建議。與往年之研討會比較，此次研討會內容涵蓋的範圍較廣，包括稻米產銷策略、生產技術改進、品質改進及收穫後處理及運銷等部份，邀請之主講人均為產、官、學界具高度專業性與素養之專家，演講內容深入，復經與會人員熱烈討論，而現為美國國家科學院院士與海外技術合作委員會顧問之資深水稻專家張德慈博士，亦提供對台灣稻作生產與利用之建議，相信所得結論對釐定未來稻作產業的發展方向，必有極大的助益。

此次研討會承蒙行政院農業委員會補助經費，台灣省政府農林廳指導，中華農藝學會與本所共同主辦；各位主持人與主講人慨允蒞會，抒發精闢之研究心得與見解；全省各公、民營機構專家與從業人員近兩百人與會，共襄勝舉；而本所同仁負責主要之籌辦工作，備極辛勞，使研討會得以圓滿完成，謹藉此機會深表謝忱。

台灣省農業試驗所所長
林　俊　義　謹識
中華民國八十五年六月

稻作生產改進策略研討會專刊

目　　錄

「稻作生產改進策略研討會」議程…… I
稻作生產調整策略……古德業…… 1
臺灣稻米運銷策略……黃萬傳…… 13
强化良質米產銷……呂德仁…… 29
稻田生態對環境保育的影響……謝森展…… 39
臺灣水稻品種改良的成就與展望……林富雄…… 47
生物技術在稻作品種改良上的應用……吳信淦…… 71
臺灣水稻產量的一些生理問題……陳烈夫、魏夢麗、鄭統隆、廖大經、陳正昌、曾東海、劉大江…… 79
本省稻作病害防治……張義璋…… 89
台灣稻作蟲害之防治技術改進……鄭清煥…… 99
稻米品質性狀之遺傳與育種……郭益全…… 109
稻米品質的影響因素與分級……宋　勳、劉瑋婷…… 133
近紅外光分析儀在稻米品質測定上的應用……陳一心…… 155
臺灣稻米的檢驗制度與方法……洪明仲…… 161
在攝取高膽固醇下不同穀類爲醣類來源對大白鼠脂質代謝之影響…鄭心嫻、詹惠婷…… 169
稻米品質－加工業者的觀點……陳俊雄…… 185
稻米的乾燥與加工……蕭介宗…… 187
稻米的儲存與品質……洪梅珠…… 205
稻米品種結構與米食加工之關係……盧　訓…… 211
稻米運銷之改進……謝慶雄…… 229
對台灣稻作生產與稻米利用改良上的建議……張德慈…… 233

「稻作生產改進策略研討會」議程

84年12月7日(星期四)

08:30-09:00　報到

09:00-09:20　開幕式

09:20-09:50　團體照相／休息

第一節　稻米產銷策略

主持人　李成章院長　林俊義所長

09:50-10:30	稻作生產調整策略	農業委員會農糧處古德業處長
10:30-11:10	稻米運銷策略	中興大學農產運銷系黃萬傳教授
11:10-11:50	良質米生產之規畫與展望	農林廳農產科呂德仁科長
11:50-12:30	稻田生態對環境保育之影響	國際美育自然生態基金會謝森展副董事長
12:30-13:30	午餐／休息	

第二節　稻作生產技術改進

主持人　白　鎰主任　鄭隨和科長

13:30-14:00	臺灣稻作品種改良的成就與展望	高雄區農業改良場林富雄場長
14:00-14:30	生物技術在稻作品種改良上的應用	中央研究院植物研究所吳信淦研究員
14:30-15:00	臺灣稻作栽培技術之改進	桃園區農業改良場張學琨場長
15:00-15:30	臺灣稻作生產的生理基礎	農業試驗所農藝系劉大江研究員
15:30-15:50	休　息	
15:50-16:20	稻作永續性栽培	臺南區農業改良場黃山內場長
16:20-16:50	本省稻作病害防治	農業試驗所植物病理系張義璋副研究員
16:50-17:20	稻蟲害之防治技術改進	農業試驗所嘉義分所植物保護系鄭清煥主任

84年12月8日(星期五)

第三節　稻米品質改進

主持人　賴光隆教授　呂德仁科長

08:30-09:00	稻米品質性狀之遺傳與育種	農業試驗所農藝系郭益全副研究員
09:00-09:30	栽培技術與稻米品質	臺南區農業改良場嘉義分場侯福分主任

09: 30- 10: 00	稻穀及稻米品質的影響因素與分級	花蓮區農業改良場宋　勳場長
10: 00- 10: 20	休　　息	
10: 20- 10: 50	近紅外線分析儀在稻米品質測定上的應用	農業試驗所嘉義分所農藝系陳一心主任
10: 50- 11: 20	臺灣稻米的檢驗制度與方法	糧食局洪明仲科長
11: 20- 11: 50	稻米品質--加工業者的觀點	台灣白米加工公會陳俊雄理事長
11: 50- 12: 20	臺灣稻米的營養生理效應－在攝取高膽固醇下不同穀類為醣類來源對大白鼠脂質代謝之影響	臺北醫學院保健營養學系鄭心嫻教授
12: 20- 13: 30	午餐／休息	

第四節　稻米收穫後處理及運銷

主持人　林學正局長　黃懿秦主任

13: 30- 14: 00	稻米的乾燥與加工	臺灣大學農業機械工程系蕭介宗教授
14: 00- 14: 30	稻米的儲存與品質	臺中區農業改良場洪梅珠副研究員
14: 30- 15: 00	稻米之食品加工	中興大學食品科學系盧　訓教授
15: 00- 15: 30	稻米運銷之改進	糧食局謝慶雄科長、游勝鋒科長

第五節　綜合討論

主持人　李成章院長 鄭隨和科長 林學正局長 杜金池副廳長 林俊義所長

15: 30- 16: 15　中心議題：稻作試驗研究應如何配合稻米產業發展的需要

稻作生產調整策略

古 德 業
行政院農業委員會農糧處

壹、前 言

稻米為台灣地區最主要農作物，從糧食安全而言，國內稻米維持自給自足，可避免國際缺糧之衝擊，安定民心。從經濟層面而言，稻米產值居各項農作物之首位；對農村經濟繁榮關係密切。在環境保育方面，稻作面積最廣，具有涵養水源、維護生態景觀及淨化空氣之功能。此外，稻米也是傳統文化之表徵，因此，政府歷年來對稻米產業相當重視，視階段性政策，調整產銷外，也採取相當的保護政策，包括管制稻米進口及以保證價格收購農民稻穀等。

但是為整體經濟利益，加入GATT／WTO為政府暨定政策，未來加入GATT／WTO後將面臨開放稻米進口與削減補貼，國內稻米政策將必須配合調整，邁入新的稻米產銷階段，以因應國際貿易自由化潮流。

貳、台灣地區稻米生產政策沿革

一、民國35年至39年光復初期之恢復生產期

民國35年台灣光復，當時百廢待舉，稻米供不應求，米價波動劇烈，為穩定民心，安定物價，政府積極策劃增加糧食生產，並訂定第一次糧食增產五年計畫，自該年起實施，至民國39年稻米產量達 142萬公噸，足供軍糈民食，亦有餘糧供外銷。

二、民國40年至61年以農業培養工業之增產期

為提高糧食增產，續訂第二次糧食增產五年計畫，自民國40年起至44年止。後因政府訂定「台灣經濟建設四年計畫」，自42年起，糧食增產計畫併入總體經建計畫辦理。此後二十年間，政府以米、糖等重要農產品外銷爭取外匯，同時積極推動工業化政策，以農業培養工業，奠定工業發展有利基礎。

惟自民國59年起，日本稻米開始供過於求，停止輸入我國食米。在國內則因工商業迅速發展，農村勞力外流，工資成本提高，種稻利潤降低，農民種稻意願逐漸轉弱，稻作面積由民國59年之77.6萬公頃，降至民國62年之72.4萬公頃。

三、民國62年至66年之世界糧食危機再增產期

民國62年國內糧食減產之際，恰逢國際能源危機發生，帶動國際糧食危機，國內糧食亦在大家恐慌的心理下，大肆搶囤，米價迅速上漲，政府乃緊急向泰國進口白米12萬 8千公噸應急，並宣布設置糧食平準基金，提撥新台幣三十億元辦理保價收購稻穀。

由於保價收購政策的鼓勵，以及相關配合措施的有效推行，種稻面積及稻米產量均大幅的增加，至民國65年糙米產量突破 271萬公噸，創下最高紀錄。

四、民國67年至84年之稻米生產過賸調整期

(一)輔導稻田轉作初期(民國67年至72年)

由於以「農業培養工業」政策績效卓著，國民所得提高，攝食轉爲多樣化，以致食米消費量逐漸減少，造成稻米供過於求現象，滾存餘糧累增，處理不易，乃自民國67年起試辦稻田轉作。

民國67年至72年止，先後試辦四年稻田轉作，但因誘因不強，稻米產量仍然高居不下。

(二)加強推動稻米生產及稻田轉作計畫(民國73年至84年)

爲提高誘因，自民國73年起推動之「稻米生產及稻田轉作六年計畫」，對稻田轉作、休耕者給予補貼，減低稻米生產績效顯著。又爲確保轉作成果，於民國79年起繼續推動稻田轉作後續六年計畫，後續計畫將於本（84）年底告一段落。

稻田轉作計畫實施以來，稻作面積由民國72年之64.6萬公頃，降至83年年之36.6萬公頃，減少幅度達43％；同期間糙米產量由 248萬公噸降至 168 萬公噸，減少32％。稻（糙）米產量與年需求量 160萬公噸比較，產銷已趨平衡。

五、加入GATT／WTO 之再調整期

稻田轉作對於減少餘糧處理，減輕政府財政負擔有其正面意義，惟轉作結構未臻理想，加上零星轉作後，影響水土資源之管理運用及農業機械利用效率，另外加入GATT／WTO 爲政府既定政策，面對將開放限量稻米進口與削減國內農業境內支持時，政府必需調整稻米生產目標與結構，以資因應。除了國際環境迫使我國必須調整糧食政策外，「稻米生產及稻田轉作計畫」即將告一段落，政府正研擬「水旱田利用調整方案」，預計於86年度起實施，以作爲將來辦理調整稻米及雜糧產銷政策之方向。

參、稻米生產與生活、生態之機能

一、稻米生產與國計民生

(一)傳統米食文化，影響國人生活

傳統上我國以農立國，稻米又爲國人最主要糧食作物，已有幾千年栽培歷史，不但供給營養以維護生活外，在科學、藝術、道德、風俗、習慣、歷史演進及農村經濟占有相當重要角色，在食的文化上，與西洋方式有顯著不同，凸顯我國米食文化之傳統與風格。

(二)稻米栽培面積最廣，稻作農戶數最多

以民國82年爲例，台灣地區農產品生產值1,575億元，其中稻米產值405 億元，居各項作物之冠，經營稻作之農戶349,588戶，占農家戶數822,395戶之　42.5％，稻作仍爲農村最主要栽培作物與經濟來源。

㈢稻米提供國人主要熱能來源

稻米為國人主要糧食作物，提供熱能的重要來源。在民國56年，國人稻米消費達到最高峰，平均每人每年白米消費量為141.47公斤，而當年麵粉之平均消費量僅13.43公斤，至民國81年，平均每人每年白米消費量降為63.99公斤，麵粉消費量增為28.80公斤。近年來，稻米消費量降幅已呈緩和，但仍為最主要熱能來源，依據糧食平衡表統計，民國81年，平均每人每日攝取熱能2,981仟卡，其中稻米提供631仟卡，占21％，居於首位；其次豬肉提供460仟卡，占15％；再次屬油脂類之394仟卡，占13％；至於麵粉提供288仟卡，占9.6％。

依據世界衛生組織(WHO)提供理想均衡營養之熱能攝取比率，蛋白質為12至13％，脂肪為20至30％，而碳水化合物為57至68％。在台灣地區，依據民國八十二年統計，此三種營養要素之熱能攝取比例為蛋白質占12.2％，脂肪占43％，碳水化合物占44.8％，其與WHO之理想比例比較，國人飲食習慣應作調整，大幅減少脂肪攝取，增加稻米等穀物攝取量。

㈣農村景觀之機能

水稻生長過程之光合作用，可吸收二氧化碳並放出氧氣、淨化空氣，改善空氣品質外，稻作由播種到秋收冬藏，展現不同農村風貌，翠綠的秧苗，青碧的稻田以至於金黃稻浪，農民忙收穫與儲藏，農村呈現無限豐富生機，也提供了生活景觀上的公益效能。

二、稻米生產與生態環境之保護

㈠涵養地下水源

稻田長期保持在湛水狀態，除了稻作本身之吸收、蒸散作用以及蒸發作用外，其他幾乎為向下的滲透水量，這些滲透水量對地下水涵養蓄積貢獻甚大。根據估計，台灣地區水稻田田間用水量提供地下水涵養比率，第一期作約60％，第二期作約58％。以台灣地區每期作每公頃稻田用水量15,000立方公尺估計，則兩期水稻的田間滲透量分別為9,000立方公尺及8,700立方公尺。以民國83年稻作面積36.6萬公頃計算，該年稻田對地下水之補注涵養水量為32.43億立方公尺。

㈡調蓄暴雨洪水機能

稻田一般圍有20至30公分高之田埂，栽培時之湛水深度約2至6公分，如逢暴雨洪水，稻田先蓄積，超過出水口（一般約20公分）再溢流排出，因此稻田成為天然之防洪蓄水庫，且可減低下游排水之尖峰流量，降低下游地區之災害損失。稻田調蓄能力，以蓄水深度20公分以及湛水栽培3公分之差距，即有17公分高度可供調蓄洪水，直接換算每公頃調蓄洪水能力1,700立方公尺，以民國83年稻作面積36.6萬公頃計算，如遇暴雨洪水可以調蓄儲水能量約達6.22億立方公尺。

㈢淨化水質

稻田淨化水質之功能分為地面之灌溉水透過蒸發、蒸散作用之淨化以及滲透水在滲透過程中由土壤吸附過濾水中之雜質，淨化地下水源之水質。

㈣防止土壤沖蝕

稻田因經常保持湛水，可防止風蝕，又因田間整成水平，可防止水蝕，尤其坡地稻

田比坡地旱田，更具有防止土壤沖蝕之功能。

(五)調節微氣候

在稻作生育盛期以及炎熱之氣候下，稻田每日之蒸發、蒸散量約為7公厘，即每公頃蒸發散量約70公噸之水，其中約5%用於維持水稻生化、代謝及光合作用，其餘95%透過蒸發及水稻氣孔排出，其每公頃之散熱效果約相當於一部70噸型之空氣涼化機，對於改善環境品質及調節氣候頗有效果。

肆、當前稻米產銷管理政策面臨之問題

稻米為國內重要糧食作物，對於生產、收購、運銷以及加工等管理業務或技術改良，以及維護農民收益等，政府投入相當的經費辦理，但是現階段稻米產銷與管理遭遇許多重要問題待克服與解決：

一、加入GATT／WTO後，國內稻米政策必須接受國際規範進行調整，包含開放限量稻米進口及削減境內農業支持。

二、稻田轉作計畫到民國84年底共辦理12年，但國內外環境變化甚大，未來必須研擬新的替代方案，以調節供需。

三、個別農戶稻作經營規模過小，生產成本偏高。

四、稻米分級檢驗購銷制度待加速建立，優良品種育成、乾燥、倉儲、加工等調製技術亟再進一步提升。

五、在國際農產品貿易朝向市場導向下，國內稻穀保價收購制度將面臨挑戰，且糧食平準基金短絀未塡補金額過鉅，財務結構甚不理想。

六、膳食結構轉變與食品消費多樣化，每人食米消費量持續降低，相對影響國人膳食營養的均衡性。

七、稻作種植面積逐年減少，如何維護稻田之生產及生態功能，有待努力。

八、部分地區公害與環境污染，影響稻米衛生與安全。

九、現行糧食法規陳舊不合時宜，新修訂「糧食管理法（草案）」尚待完成立法，造成糧食管理上之困難。

前項所舉問題中，以加入GATT／WTO後對國內稻米產業，將有相當程度之衝擊。按照西元1993年達成之GATT烏拉圭回合農業協議，各國必須在一定時程調整其產銷、貿易政策，以符合其規範。我國一旦加入GATT／WTO，必須按規範履行，促使國內稻米產銷政策，由以往單純國內調整，逐漸提升到必須與國際農產物產銷、貿易規定作協調性或同步性的調整。

伍、加入GATT／WTO對國內稻米產業影響

加入GATT／WTO對國內稻米產銷政策將有重大影響，然而，究竟烏拉圭回合農業協議有那些主要規範，對國內現階段稻米政策之衝擊可能性在那裡？以及政府將採取因應策略，有提出說明之必要。

一、GATT烏拉圭回合農業協議規範

烏拉圭回合在西元1993年12月15日所達成農業協議，協議分爲八部分，二十一條條文及五個附件，其主要規範項目與內容如下：

㈠開放農產品市場：

1. 將所有農產品之非關稅障礙轉爲關稅化，並以西元1986年至1988年之三年平均作爲基期年，已開發國在未來六年內刪減關稅36％；開發中國家在未來十年刪減24％；各單項農產品在六年內刪減不低於15％。
2. 由於市場開放或關稅減讓導致進口大量增加，造成該國相同產業損害時，得採取課徵額外關稅之防衛措施。
3. 對於管制進口之農產品應予開放，按基期年消費量爲基礎，在未來六年內最低進口量由3％提高爲5％。
4. 稻米進口得以採取特別規定，以限量進口取代關稅化。

㈡削減境內支持：

1. 對於會員國政府透過編列預算，給予農產品或生產要素之補助或補貼，應納入削減範圍，削減幅度，已開發國家在六年內爲20％；開發中國家在十年內爲13.3％。
2. 但限制生產及直接給付支付，以及研究發展、訓練、推廣、諮詢、檢驗、檢疫、行銷促銷活動、基層建設以及糧食安全之計畫、災害救濟給付、結構調整及生態資源維護計畫等，可不列入削減範圍。
3. 個別項目支持金額未超過農業生產總值之5％（開發中國家爲10％），亦不需納入削減範圍。

㈢減少出口補貼：

1. 已開發國家出口補貼金額削減36％，補貼外銷數量削減21％。
2. 開發中國家享有優惠，出口補貼金額削減24％，補貼外銷數量削減14％。

二、烏拉圭回合農業協議對我國稻米產業之影響

GATT烏拉圭回合協議，各國應開放市場、降低對農產品補貼、減少出口補貼三項規範，這三項規範，除國內未有出口補貼，應無調適問題外，其他兩項對於國內稻米政策有不同程度之衝擊：

㈠開放稻米進口

目前稻米進口屬管制進口項目，加入GATT／WTO後，我國必須開放稻米市場，但依據特別處理規定，可以採取限量進口。按目前談判情形，我國稻米開放數量，將採取「日本模式」，第一年進口數量按國內消費量4％計算，以後每年增加0.8％，至第六年增爲8％。依照該模式，國內進口稻米數量第一年爲爲63,000公噸糙米，折算白米55,000公噸，至第六年須進口糙米127,000公噸，折算白米110,000公噸。稻米進口將影響國內稻米供應，國內稻米生產目標勢須適度向下調整，以免供過於求，造成穀價下跌，影響農民收益。

㈡刪減境內支持

政府爲維持農民收益，對於主要糧食稻穀及大宗物資之玉米、高粱、大豆辦理保證

價格收購，由於收購價格高出國際價格甚多，高出國際價格的支持，必須列入刪減範圍。另外現行輔導稻田轉作其他作物之轉作補貼，具有獎勵生產之效果，亦須列入刪減境內支持之範圍。

(三)修訂法規

審議中之「糧食管理法（草案）」第七條規定對於輸入稻穀、稻米、小麥、麵粉者，其價格低於政府所訂基準價格時，應繳納糧食價格差異金；輸入指定之雜糧者，應繳納不超過糧價總額之百分之十之捐助金。但是烏拉圭回合農業協議第四條規定，除特別防衛條款及特別處理另有規定外，各締約會員對於被要求轉化爲一般關稅者，不應維持、採取或回復原有的非關稅措施。因此糧食管理法（草案）部分條文與烏拉圭回合農業協議有抵觸部分，將來需要加以研究修訂，採取符合國際規範之措施。

陸、未來稻米產業之指導方針－「水旱田利用調整」初擬措施

隨著國內經濟體制的自由化，以及多變的國際情勢，未來農業生產結構必須調整因應，但是在調整過程中，如何合理利用國內農業資源，維護農業生產、生態與生活功能，並確保農民收益與掌握糧食供應，皆爲政府未來施政必須考量的重點。

「稻米生產及稻田轉作六年計畫」將於八十四年底結束，政府正研擬接續的「水旱田利用調整方案」以因應加入GATT／WTO後產業之調整，並解決目前面臨之其他相關問題。

一、政策目標

(一)依產業之重要性，調整其生產政策

稻米是台灣地區最主要農作物，基於農村安定、糧食安全及生態環境維護，仍應採取適度保護措施，維持其生產；輔導雜糧生產原係因應稻田轉作之權宜措施，生產不具競爭性，對政府財政負擔甚鉅，另爲因應加入GATT／WTO降低境內農業支持20％，雜糧生產將優先調降生產面積，加强辦理生態、地力維護，提供直接給付或輔導開發地區性農特產品。

(二)稻米生產以供需平衡爲目標

爲避免稻米生產過賸以及考量加入世界貿易組織後進口部分稻米，致國內供過於求，影響市面穀價或增加政府處理餘糧負擔，稻米生產目標由目前之「自給自足」調整爲「供需平衡」。

(三)調整生產結構，維護生態與生產功能

稻田屬於地力及生產條件優良地區，維護其生產，生產力偏低或品質較差地區以及保價收購雜糧田區，調整生產結構，辦理生態、地力維護，以保持農田在可耕作狀態，備供必要時即可恢復農業生產。

(四)建立輪作制度，合理利用農業資源

配合各地區水源狀況與生產條件，訂定未來水旱田輪作模式，以稻米及地區性農特產互相輪作，在未有適當作物可選擇前，先輪種綠肥，改善地力，以落實永續農業之發展，提高土地生產力與作物品質。

㈤掌握適當糧食庫存，確保糧食安全供應

稻米庫存至少維持三個月之消費量，以兼顧安全性及經濟性。

二、實施策略

㈠調整稻米生產目標

預估未來每年稻米需求量約160萬公噸，惟爲因應開放部分稻米進口，防範供給過賸，國內生產目標將由以往自給自足政策，改爲達成供需平衡。

㈡調整稻米產銷結構

稻田面積必須適度調減，以雙期作田水源不足、低產或品質較差地區，優先輔導改爲單期作，獎勵種植綠肥或進行土地改良、水土涵養及變更利用等措施；屬良質米產區且水源充裕者，維持兩期稻作；單期作田及輪作田維持現行良好栽培制度。

㈢規劃各地合理輪作制度，維護稻田生態環境

依不同區域及氣候土壤特性，本適地適作原則，對於稻米低產或品質較差之地區，規劃不同輪作系統，以維護土地生產力，如短期內未有妥適輪作作物，則輔導辦理休耕、種植綠肥以及研究實施休耕稻田蓄水，以補注地下水等生態維護措施。

㈣三年內稻穀保價收購制度不變

爲穩定農民種稻意願及掌握適度安全存糧，稻穀保價收購制度繼續實施三年，三年後另行檢討研擬方案報行政院實施。

㈤提升稻米品質與多樣化利用

爲提升稻米品質，規劃良質米適栽區，建立國產稻米分級購銷及檢驗，塑造國產米優良品牌形象；獎勵與輔導良質米流通，强化市場運作機能，並開拓米食市場，推廣學童午餐食米，加强米食製品研發及促銷。

㈥擴大經營規模，降低生產成本

規劃集團栽培班，以代耕代營隊爲核心，按灌溉區規劃25至30公頃農田爲集團栽培班，100至150公頃爲集團經營隊，接受小農及兼業農之委託代耕或代營。

㈦辦理稻穀寄倉服務，穩定市價

爲防範稻穀盛收期，農民大量出售稻穀，造成穀價下跌，輔導公糧委託倉庫辦理稻穀寄倉服務，以穩定市價，協助減輕政府收購壓力，維護農民收益。

㈧規劃進口米流通，維持市場秩序

爲促使國內稻米供需平衡，除調整稻米生產目標外，對於將來進口食米之管理，積極爭取以政府統籌進口與銷售，利潤歸公之方式管理。

㈨建立稻米產銷資訊及提升乾燥、倉儲、加工之調製技術與提高稻米品質。

柒、改進稻米品質與建立稻米檢驗制度概況

以往稻米政策著重於數量與流通的管理，但隨著國人所得提高，膳食結構轉趨高品質與精緻化，稻米政策由重「量」不重「質」之情形，逐漸調整爲「質、量」並重。近年來，在品種改良、收穫後乾燥、儲存、加工技術之提升，監控稻米衛生、安全不餘遺力外，正在推動建立稻米分級檢驗、購銷制度。

一、稻作品種改良及栽培技術改進

㈠稻作品種改良

台灣地區栽培稻可分為三大類，秈稻、梗稻與糯稻三種，以民國83年稻作面積統計，梗稻面積31.9萬公頃，占87％；秈稻面積2.6萬公頃，占7％；糯稻2.1萬公頃，占6％。

台灣地區在早期之食用以秈稻為主，後來逐漸轉為以梗稻為主，這兩類型稻米之品種改良，在研究人員努力之下，績效顯著。

1. 秈稻品種改良

民國10年以前，台灣地區食用水稻全為秈稻，其品種係隨大陸移民自福建及廣東兩省引入，經長期栽培與選擇，已適應台灣地區環境，因此又統稱為「在來」稻。

台灣光復以後，農業試驗改良場所進行秈稻雜交育種，至民國46年「台中在來一號」命名推廣，正式揭開秈稻品種改良之序幕，其後陸續培育許多新品種，具有抗多種病蟲害、抗旱性、不易脫粒、碾米率高、產量穩定及食味軟硬度適中等優點，這些品種中以民國65年命名之「台中秈3號」及民國68年命名之「台中秈10號」表現較為出色，其中「台中秈10號」現為良質米契作產銷之推薦品種，種植面積約占秈稻之75％。

2. 梗稻品種改良

民國11年起才有梗稻種植，係由日本人引進栽培，經過試驗改良，育成適合台灣栽培的品種。民國25年推廣之梗稻品種「台中65號」是台灣光復前後二十年間之主要品種，產量穩定、米質佳為其優點，但是對稻熱病抵抗性不足。

台灣光復後，農業試驗單位同時就梗、秈稻作品種改良，民國38年及45年首先育成抗稻熱病之「光復1號」及「嘉農242號」，嗣後在民國54年推出一個相當優良之「台南5號」，不但產量高品質風味佳，且適應性廣，又具抗稻熱病，在民國64年，本品種栽培面積42萬公頃，占全省稻作面積之65％。

但「台南5號」有易倒伏，不適合機械化栽培之缺點，乃逐漸被抗倒伏豐產之「台農67號」所取代，民國71、72年間，「台農67號」栽培面積45萬公頃，占稻作面積之76％，目前梗稻栽培種中，本品種約占40％，仍居首位。

「台農67號」於民國六十七年命名推廣以來至今，育成之梗稻品種約30個，大多具有抗稻熱病、褐飛蝨、產量穩定之特性，目前推薦良質米契作主要品種有台中189號，高雄139號、142號，台梗2號、5號、8號、9號等，藉由新品種推出，增加農民栽培稻作之選擇及獲益，並提供國人食米之多樣性。

㈡稻作栽培技術改進

1.耕種技術改進

台灣地區稻作栽培以移植法為主，耕種技術改良亦以移植水稻為主要對象，比較具有成效者包括良種繁殖制度之建立、稻種消毒、種植期調整、殺草劑使用及正條密植及寬行密植等。

民國52年推動水稻綜合栽培，透過農民組織，將各項改良生產技術聯合運用，發揮台灣稻米單位面積之生產潛力，達到大幅提高單位面積產量的目的，至民國70年結

束，其間經歷18年，對台灣地區稻米增產貢獻卓著。

民國60年以後，農村勞力老化，工資急速上漲，節省勞力的生產方式如機械栽培法或直播栽培與不整地栽培，以及降低生產成本，成爲重要改進措施。

2.施肥技術改進

爲改進施肥技術，政府調查台灣地區土壤分類與土壤肥力，以提高土壤肥培效率。近幾年來，生態環境保護受到重視以及爲達到降低生產成本，如何減少施肥次數，提高施肥效用，成爲新的課題，目前已有緩效性肥料問世，以及側條施肥機與深層施肥機的開發，正進行示範與陸續使用。

3.病蟲害防治

台灣氣候環境適合病原菌生長及害蟲繁衍，病蟲害問題嚴重，目前在稻作病蟲害防治包括藥劑防治與生物防治。

4.機械化栽培

國內農民平均經營規模約1公頃，且田區坵塊小，生產成本偏高，而且勞力不足，政府於民國59年成立農業機械化推行小組，再於民國68年設置農業機械化基金，促進全面機械化，本項工作列入國家十二項建設，至民國84年稻作栽培機械化程度最高，整地、插秧、收穫均達98％，乾燥則爲80％。

二、稻米收穫後處理技術之提升

良好稻米品質，不但具有優良食味品質外，外觀品質(所謂商品賣相)爲重要因素之一，爲提升品質，政府加强稻米收穫後處理技術提升與研究發展：

㈠稻穀倉儲加工自動化處理

爲提升品質與降低營運成本，對於稻米進倉過磅、乾燥、儲存、低溫通風、礱穀、精米以及包裝作業之一貫化自動連線作業。

㈡加强研發乾燥、倉儲及加工技術

在乾燥方面，研究兩段式乾燥法，將收穫後溼穀先烘乾至含水量17至18％後，儲放暫存筒或大型一噸包裝袋，俟稻穀內層水分輸送外層時，再進行第二次乾燥，以充分利用烘乾設備、縮短乾燥時間，提高品質。

在倉儲方面，鑑於目前民間糧商業者大量興建低溫圓筒倉，以保持品質，或以大型一噸包裝儲穀，以降低營運成本，減少包袋處理量等發展趨勢，政府亦成立相關計畫研究對品質影響，以提供業者及未來施政參考。

在加工設備方面，近年來引用色彩選別機、金屬檢測機、及加工前之調質機等加工碾製設施，對品質提升，裨益甚大。

三、稻米衛生與安全監控情形

近年來，國人對於食品衛生安全甚爲重視，爲確保稻米食用安全，政府在農建計畫成立「農產品污染監測與管制」，對可疑地區在稻米收穫前抽樣檢驗，一旦發現稻米中鎘含量超過標準，即予監控銷燬，經環保單位劃定污染農田，則輔導休耕或種植非食用作物；另外亦成立計畫，對台灣地區公糧倉庫庫存稻米進行調查，截至目前並未發現鎘、汞含量超過限量標準之情形。

四、稻米分級檢驗制度之推動

為提升稻米品質，提高農民重視生產稻穀品質，於本年度起在良質米適栽區，積極推動稻米分級產銷，依據新修訂CNS國家標準稻穀分級規格，辦理分級檢驗與銷售。

捌、國際稻米產銷溉況

一、國際稻米生產、消費利用與庫存概況

依據美國農業部統計，近30年來(1967/1968年度至1994/1995年度）全球稻穀收穫數量，由2.77億公噸（折算白米1.89億公噸），提高至5.31億公噸（折算白米3.59億公噸），平均年增加率為3.27％。同期間之稻米收穫面積由1.27億公頃，提高至1.45億公頃，平均年增加率僅為0.51％；至於每公頃稻穀產量由2.18 公噸，提高至3.65公噸，平均年增率為2.41％。由以上資料分析，近年來稻米全球產量提高之主要因素在於單位面積產量提高，而非稻作面積之擴增。

至於全球稻米（白米）消費量，1967/1968年度為1.86億公噸，1994/1995年度提高至3.60億公噸，平均年增率為3.34％。一般而言，近30年來之長期趨勢，稻米生產與消費約略保持平衡狀態。

在庫存儲備糧方面，聯合國農糧組織於西元1974年要求世界穀物庫存量，不低於消費量之18％，在稻米方面，建議庫存量不低於14至15％水準，從西元1978 年以來至 1994年，全球稻米庫存約在五千萬公噸，庫存量占消費量之14至20％之間，符合理想狀態。

二、稻米貿易概況與特性

1992年全球穀物生產量約20億公噸，其中貿易量約為 2.4億公噸，占產量之12％，然而就個別產品分析，稻米貿易量占產量之 4％，小麥為19％，玉米為14 ％，大豆為29％。顯然，稻米之貿易具有淺盤性，加上供需彈性小，生產一旦稍呈過多或不足，均會造成價格暴漲暴跌，因此，國際上稻米價格之變動比其他穀物為激烈。

造成稻米交易淺盤性，應追溯其產銷特性，稻米為亞洲地區最主要糧食作物，不論生產或消費均占全球之九成以上，稻米生產多屬小規模經營，各國為保護農民，稻米政策定位在自給自足。由於稻米過分集中亞洲地區生產，如部分地區發生嚴重災害，均足以引起稻米價格暴漲，最典型例子為1993年日本稻米生產受冷害侵襲，估計缺糧兩百餘萬噸，馬上引發國際米價鉅幅攀升；相反地，如風調雨順，各地普告豐收，則餘糧難有出路，勉強拓銷，又造成貿易競爭與糾紛。

三、國際稻米產銷動態預測

雖然幾十年來全球穀物，包括稻米之生產與消費約略保持平衡狀態，但是國外幾項報告提出警訊，值得密切注意國際穀物產銷動態，諸如聯合國農糧組織預測西元2000年，全世界94個發展國家穀物不足數量達 9,500萬公噸；聯合國人口基金會預測到西元2025年，世界人口將增加到85億，糧食需求將被迫提高；國際稻米研究所(IRRI)預測，到西元2025年，稻穀產量必須達到7億6,500公噸，即應比1993三年增產70％。另一個必須注意的因素為穀物面積不

易擴增，1960年代初期全球穀物面積爲6.53億公頃，至1990年代初期，穀物面積僅增加到6.99億公頃，因此，對於農田之適度保護與品種改良、生產栽培技術改進、生產資材投入，以提高作物產量，仍是未來糧食、稻米產銷之關鍵與重點。

玖、結　　論

GATT烏拉圭回合農業協議毫無疑問的將影響各國未來六年至十年之農業政策，我國屬小農制度，生產成本不具國際競爭力，傳統上，國內能生產之糧食穀物，政府均採取保護措施。一旦加入GATT／WTO，這些保護措施逐漸褪除，短期內對國內產業有相當的衝擊，國內農業政策面臨改變與調整，而且國內調整因應步伐一定要加速，並且掌握各先進國家農業政策走向，畢竟六年調整時間仍屬短暫，六年後全球農產品生產及貿易趨勢及變化，均會再度影響我國糧食政策。

台灣稻米運銷策略

黃 萬 傳
國立中興大學農產運銷學研究所

一、前　　言

就產品產銷或政府政策的觀點，稻米產銷活動向爲政府、有關業者及消~140; 費者所關注的焦點。稻米爲國人的基本糧食，其產值亦居農畜各單項產品之冠。由於稻米關係國計民生，長期以來，政府對稻米市場的干預常隨環境變化而採取不同的策略，如肥料換穀、隨賦徵購、田賦徵實、保證價格之計畫收購和餘糧輔導收購、小包裝米、稻田轉作休耕、良質米推廣及管制進出口 (彭作奎、黃萬傳，1994；劉欽泉、黃萬傳，1995；楊明憲，1995)。

就歷史和政策演變而言，台灣稻米政策概分爲（邱茂英，1978；彭作奎，1995；行政院農業委員會，1995）：(一)1945－1968年，政策目標著重稻米生產與掌控糧源，主要手段有農地改革、農民組織改組、生物技術革新、肥料換穀及以量制價之低糧價；(二)1969－1981年，著重降低生產成本和提高稻農所得，主要手段有取消肥料換穀、設置糧食平準基金、實施稻米保證價格及共同委託代耕；(三)1982－1991年，政策目標以確保稻米供應安全及提升稻米消費品質爲主，主要手段有推動稻田轉作休耕、推廣良質米產銷計畫及加强小包裝白米的規範；(四)1992－1997年，政策目標以稻米供需平衡、確立糧食安全制度及確保稻米之三生功能爲主，手段有調整稻米生產結構和保價收購制度、改善水旱田輪作制度、維護稻田生產力、鼓勵集團經營、擴大經營規及發展米食加工業。

由於加入國際貿易織組（GATT／WTO）是政府既定的政策，GATT 烏拉圭回合談判已於1993年12月15日達成協議，主要規範內容有市場開放、削減境內農業支持及削減出口補貼和特別防衛措施（廖安定，1994）。由此，就台灣稻米運銷觀點，誘導稻米開放進口、調整保價收購制度及餘糧外銷等問題；此外，目前國內主要的稻米運銷問題則有良質米運銷計畫績效不佳、糧食平準基金功能未發揮與財政負擔重、稻米開放進口方式之爭議及米價不穩定與糧商預期心理等（黃萬傳，1995a）。

基於上述，就運銷觀點，發現外有稻米開放進口的壓力，內有尋求稻米消費與生產均衡點之爭議；因此，如何藉由稻米運銷策略以達到「安內攘外」的境地遂有其一定的重要性。準此，本文旨在探討與評述台灣稻米的運銷策略，除此前言外，其次是陳述稻米運銷制度及其演變，再者評述目前稻米的行銷組合，第四是解析因應入關後可能的稻米運銷策略，最後是結語。

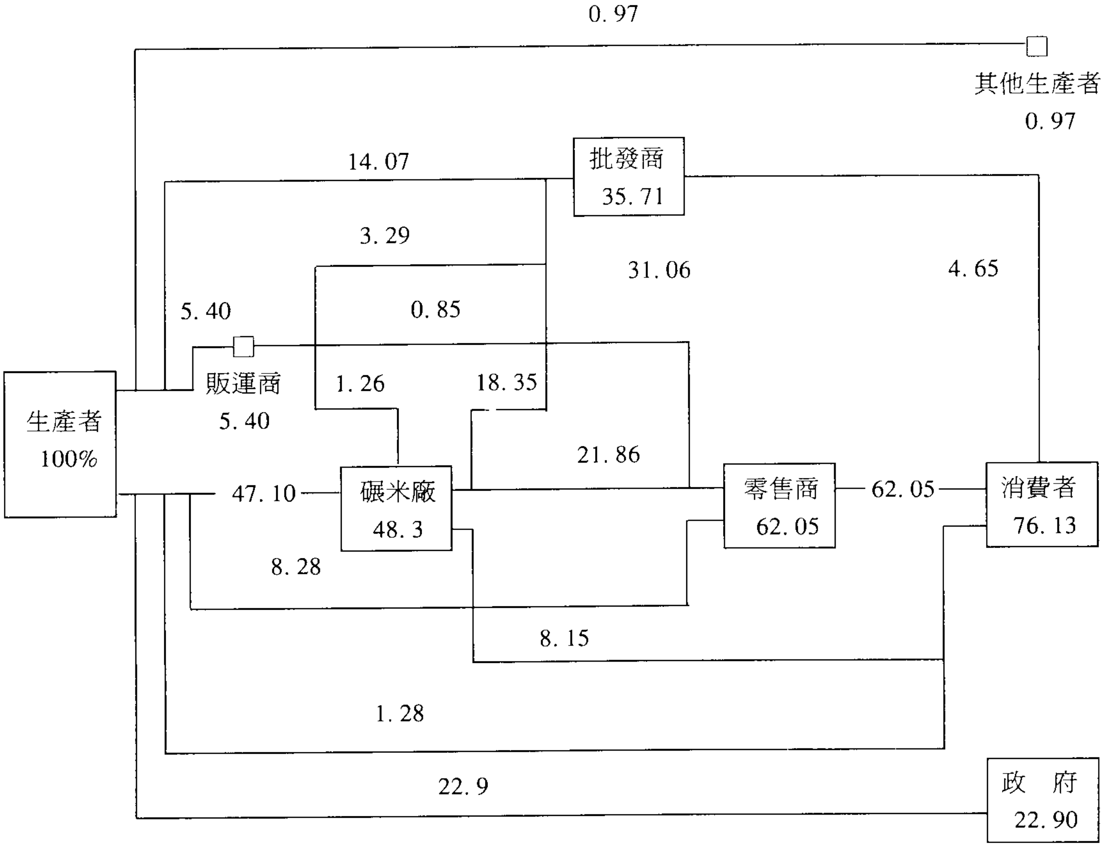
二、稻米運銷制度及其演變

所謂運銷制度係指爲完成一項產品運銷活動所涉及的實體分配、資訊傳遞及運銷商權利

分配等過程（Kohls and Uhl, 1991）；由此，本文所謂的稻米運銷制度則包括稻米運銷通路、運銷成本、稻米價格措施及稻米消費，下文依序說明之。

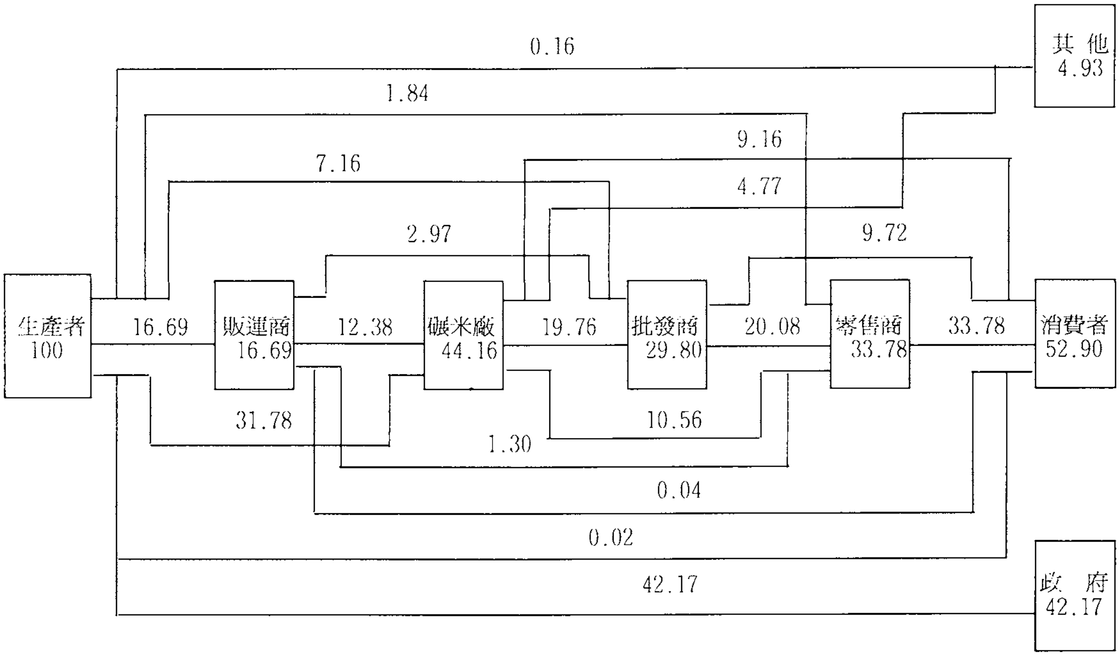
(一)稻米運銷通路及其演變

台灣地區稻米之運銷可分爲政府米和自由米之運銷，政府米（或稱公糧）爲穩定糧價、掌握糧源、配撥軍眷用糧及安全存糧之需，係透過各公糧委託倉庫經收保管之稻米，主要來源包括田賦徵實、隨賦徵購、計畫及輔導收購、公地租穀及地價穀等，其中以計畫及輔導收購量占八成左右，近年來以此爲主，乃爲政府米之主流；就政府米分配之觀察，其主要作爲軍糧、軍眷糧、飼料用米、外銷及米價波動時調節市場之用（邱茂英，1978；徐榮義，1993 a）。自由米指在自由市場流通的稻穀，此類稻穀係稻農將自己生產的稻穀直接出售給糧商，經由糧商之倉儲和加工碾製成白米在自由市場銷售之稻米；自由米之運銷，依米質和包裝方式之不同，一般可分爲一般白米、小包裝白米及良質米等三種（徐榮義，1993 a）。



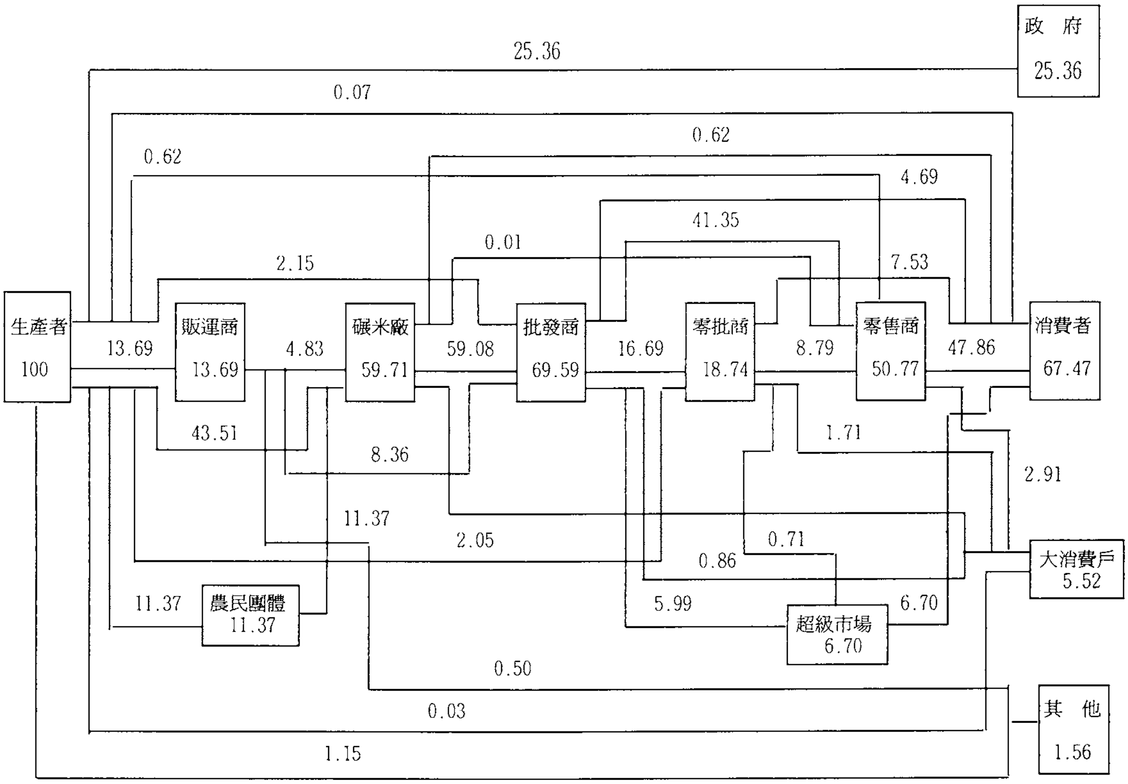
〔圖一〕1975年稻米運銷通路

資料來源：邱茂英(1978)台灣稻米產銷及價格策略，台北：海島出版社印行，頁69



〔圖二〕1986年稻米運銷通路

資料來源：行政院主計處(1987)農漁產品運銷實況調查報告，台北，頁17



〔圖三〕1992年稻米運銷通路

資料來源：行政院主計處(1993)農漁產品運銷實況調查報告，台北，頁15

〔圖一〕、〔圖二〕及〔圖三〕表示近二十年來稻米運銷通路的變化由此，一方面呈現公糧米的市場占有率隨前述稻米政策目標的改變由增加而減少，以1986年的占有率42.17％較高，迄1992年有四分之一稻米爲公糧；二方面至於自由米，運銷通路以「生產者←碾米廠←批發商←零售商←消費者」爲主，其中以碾米廠在運銷過程中扮演最重要的角色，致碾米廠的倉儲、碾製及配銷作業效率高低，爲決定台灣稻米運銷成本與效率高低的重要因素（徐榮義，1993 a）。第三，近年來於零售階段的通路趨於多樣化，即隨零售現代化和外食人口增加，致超級市場和便利商店在零售階段的角色趨居重要性，而大消費戶於1992年占有 6 ％的比率。第四，由於糧政單位自1980 年起推行小包裝白米，成效直得肯定，致近年來農民直接銷售給碾米廠明顯增加；若由生產者與各級運銷商之銷售對象觀察，1992年稻作農戶直接銷售給碾米廠之比率高達 43.51％，銷售給販運商及農民團體者分別占 13.69及 11.37％，批發商及零批商計4.20％。第五，至於流經碾米廠之 59.71％部分，銷售給批發商（含零批商）高占59.08％，直接售給消費者占0.62％，售予零售商（含超級市場）僅占0.01％；若與1986年比較，碾米廠售給零售商之比重減少10.55 ％百分點，售給消費者減少8.52百分點，售給批發商則遽增 39.41百分點。據此，顯示近年來糧政單位極力推廣小包裝白米，致農民直接銷售給加工廠比率增加，減少部分販運商和批發商之中間運銷；碾米廠生產之大量小包裝白米得經由批發商再行銷售，相對地減少直接銷售給零售商或消費者之比率（行政院主計處，1993)。

(二)稻米運銷成本及其變化

所謂運銷成本係指每單位產品在運銷過程所使用與所需之各種費用，通常運銷成本可依階段別和費用別予以計算，前者係指產品在運銷過程依運銷商階段之不同，區劃爲販運、批發（含零批）及零售等階段，由此分析各階段之營業費用、運費、包裝費、損耗費及利潤等支出；至於費用別係指產品在整體運銷過程所需各項勞務或費用性質之分類，包含人事費、材料費、運費、動力費（含水電、燃料費等）、損耗、資本費用（含資金利息、設備折舊等）、市場管理費或收集情報費等服務費或佣金、利潤及稅捐等。另費用項目之「損耗」，包含運銷損耗及產品加工之自然損耗，「毛利潤」則包含業者自家人工設算工資、自家資本設算利息及營業利潤（徐榮義，1993 a；行政院主計處， 1993）。

依〔表一〕，近幾年來稻米運銷成本呈增加之勢，由1986年之1049元／百公斤提升至1992年之1503元／百公斤，其中以批發（含販運）階段的運銷成本爲主，依次占 77.23％和 75.84％，即零售階段的運銷成本因運銷費用（僱工工資和材料費）的增加而增加。就批發階段而言，因其加工技術的進步，致1992年的損耗占運銷成本比率呈大幅減少，而利潤則大幅增加。於零售階段，因前述的運銷費用的增加，致其利潤比率有下降之勢。依消費者元的觀點，產地價格占零售價格的比率由1986年之56％減至1992年的50％，意味由稻米運銷的觀點對稻農獲利的程度有惡化現象。

依〔表二〕，呈現近年來稻米運銷成本的結構仍以利潤爲主，次爲損耗；由此，一方面顯示稻米運銷成本以糧商利潤爲大宗，二方面由於加工技術進步，損耗的比率已大幅下降。此外，由運銷成本的結構變化，一來呈現受工資上漲的影響，促使僱工工資呈大幅提升；二來受零售現代化投資零售設備的結果，導致營業費用亦有顯著的增加。

〔表一〕台灣地區稻米運銷成本及其變化（按運銷職能）　　單位：元／百公斤

	1986 年			1992 年		
	金額[1]	占運銷成本比率	占零售價比率	金額[1]	占運銷成本比率	占零售價比率
產地價格	1328.64		55.89	1532.80		50.49
運銷費用[2]	96.40	9.19		236.01	15.70	
損　耗	467.24	44.56		426.44	28.37	
毛利潤	246.28	23.48		477.66	31.77	
小　計	809.92	77.23	34.07	1140.11	75.84	37.55
批發價格[3]	2138.56		89.96	2672.91		88.04
運銷費用[2]	50.72	4.84		177.88	11.83	
損　耗	2.67	0.25		18.98	1.26	
毛利潤	185.39	17.68		166.36	11.07	
小　計(2)	238.78	22.77	10.04	363.22	24.16	11.96
零售價格	2377.34		100.00	3036.13		100.00
運銷總成本(1)+(2)	1048.70	100.00	44.11	1503.33	100.00	49.51

1：係當年幣值；2：含運費、僱工工資、材料費及營業費用；3：含販運階段

資料來源：同〔圖二〕和〔圖三〕

〔表二〕台灣地區稻米運銷成本及其變化（按費用項目）　單位：元／百公斤

	1986 年			1992 年		
	金額	占運銷成本比率	占零售價比率	金額	占運銷成本比率	占零售價比率
運　費	23.00	2.19	0.96	46.37	3.08	1.53
僱工工資	20.42	1.95	0.86	123.27	8.02	4.06
材料費	10.13	0.97	0.42	21.05	1.40	0.69
營業費用	93.57	8.92	3.94	223.20	14.85	7.35
損　耗	469.91	44.81	19.77	445.42	29.63	14.67
毛利潤	431.67	41.16	18.16	644.02	42.84	21.21
合　計	1048.70	100.00	44.11	1503.33	100.00	49.51

資料來源：由〔表一〕計算

(三)稻米價格及其措施演變

稻米價格之變動主要受市場供需之影響，然政府收購量和公糧調節量亦具一定影響力。近年來，產地穀價變動趨勢，均以六至九月間最低，揆其原因仍係一期稻作適逢收穫期，產量又豐，且距二期稻作收穫期較近，致糧商購儲稻米之意願不高，使市場流通之稻穀數量增

加，穀價因而下跌；每年自十月起，市場稻穀流通量相對減少，穀價則逐漸上升，至翌年三～五月青黃不接時穀價最高（徐榮義，1993 b）。近年來產地穀價以1993年最高，1989 年和1990年最低，變動趨勢大致相同。1994年產地全年平均蓬萊稻穀價格爲每公斤 16.68元，其中最高爲二月之每公斤 18.61元，最低爲六月之每公斤 14.81元，高低差率20.42％。

至於台灣地區蓬萊白米零售價格，1994年平均爲 31.73元，各月份之最高爲三月之每公斤33.21元，最低爲七月之每公斤30.59元，高低差率7.89％。由於目前公糧庫存量仍高，倘產地價格上漲，不但對農民有利，亦可減輕政府財政負擔。一般而言，消費地白米價格，常依產地穀價之高低而變動，惟敏感度不高，所以全年變動幅度不大。近年來，產地穀價雖有漲跌，惟白米價格仍逐年提高（行政院農業委員會，1994）。

由於稻米價格一方面關係稻農收入，另方面涉及消費者支出；因此，於稻米的價格政策常有低糧價和高糧價政策之分。依歷史的觀點，台灣稻米價格措施大致可分爲：⑴1945－1973年，屬「以量制價」的干預，即透過糧食出口管制、糧食征集、糧區制度及糧食配售等影響稻米市場價格；⑵1974年－1984年，改採高糧價政策，於1974年起設置「糧食平準基金」，藉由保證價格的運作予以收購，爲公糧米的主要來源；⑶1985年迄今，亦屬高糧價政策，惟於此階段，因小包裝米占所有稻米比率已逐漸提升，且又極力推廣良質米，致稻米於消費階段始有依等級和包裝大小而定價，具有「以價制量」和「品質導向的定價」。

（四）稻米之消費

誠如前述，長久以來稻米是國人主要糧食，其主要用途爲食用與加工，但以食用爲首要用途。就每人每年消費量的觀點，隨國民所得的增加，該消費量呈逐年下降的趨勢，如由1982年的 134公斤遞減爲1993年的62公斤，約減少51％。就營養觀點，白米提供每人每天所需熱量由1976年之46％降爲19 93年之29％，所需植物性蛋白質由49％下降爲 28％。由上述食米消費之變動趨勢，呈現隨國人國民所得提高和生活改善，稻米消費已逐年減少。依此，稻米需求彈性大致維持在-0.1至-0.2之間，而所得彈性自1984年以來亦呈現爲負的，爲經濟學所謂的劣等財（黃萬傳等，1995；徐榮義，1993 a）。

就食米消費結構的觀點，一方面受消費者對食米安全、衛生及高品質的要求，另方面因零售現代化，超級市場和便利商店自 1986年之後如雨後春筍的湧現，促使消費者對食米的選購已由過去的散裝米逐漸購買小包裝白米。申言之，消費者也由過去被動的接受米店老闆的供米，改爲在貨比三家後主動的選擇自己喜愛的小包裝米；因此，小包裝米不但提供購米時的方便，消費者還可視家庭人口需要而選購不同規格的小包裝米，遂導致小包裝米確實有助於提升整個米食的品質。

基於因應上述稻米消費趨勢和提升消費品質，政府於1980年起，輔導生產小包裝白米（黃欽榮，1990），另於1982年訂定「小包裝白米分級銷售輔導要點」，在此階段推廣的小包裝米共分三等，分別是標準級小包裝米、一級小包裝米及特級小包裝米，於1991年辦理品質更優良的 CAS特級良質米。由於小包裝白米强調「品管嚴格」、「清潔衛生」及「攜帶方便」等特色，致上市後成長甚快，至1994年，小包裝米的消費量已占台灣地區全年食米消費量的57.37％（台灣省政府糧食局，1995）。

三、目前稻米行銷組合

(一)行銷組合之概念

行銷組合四素是可以由行銷人員來控制的，所謂行銷組合是由廠商所制定以滿足目標市場的四個可控制變數，即產品、通路、推廣及價格的組合。產品變數是可能滿足目標顧客需求的所有屬性集合，產品本身可能是有形的商品、無形的服務或是二者的結合，也可能是一種觀念、目標、印象、概念、一個地方或一個人。通路變數指的是在目標顧客想要購買的時間和地點提供合適的產品，以創造時間、地點和占有效用，其目的是在適當的時間和地點提供適量的合適產品。促銷變數的重點在於組織與其目標顧客間的溝通，促銷活動之目的在於告知、提醒和說服目標市場有關該組織及其所提供的產品。價格變數設定買方為獲得產品所必須支付的金錢或其他代價，訂價活動尚包括有關折扣及其他價格調整策略之制定（Bell，1979）。據上述的概念，下文說明目前有關的稻米行銷組合之策略，並予以陳述其特點。

(二)稻米行銷組合及其評述

1. 產品策略

前已述及，稻米一是國人日常生活三餐必備的主食，二是重要的作物；因此，可就政府和糧商的立場分予說明稻米的產品策略。就政府觀點，首是稻穀生產的策略，目前所謂的稻穀有陸稻和水稻、蓬萊和在來、粳稻和秈稻、糯米與非糯米及良質米和非良質米等不同的區分；若考慮品種，則因應不同生產區域而有不同的品種名稱。其次，就稻米管理的策略，誠如前述，有公糧和自由米之分，前者是政府經收的公糧，係由台灣省政府糧食局予以執行，其經收除配合保價制度外，另有一定的標準，如對水分、碎米粒、夾雜物、被害粒及黑品種等皆有規範之。

第三，就白米的觀點，目前的白米分級有下列分類：⑴國家標準(CNS)，將白米分為一等至三等，各有其不同的白米檢驗標準；⑵公糧白米驗收標準，其檢驗標準除水分外，其他標準與CNS頗為雷同；⑶小包裝白米分級標準，訂有「小包裝白米分級銷售輔導要點」，將此分為標準白米、一級白米、特級白米、特級良質米及CAS特級良質米等五種，其品質標準亦各有不同（黃俊欽，1994）。

就糧商（含農會與廠商）觀點，配合上述小包裝白米的推動，各糧商所生產的小包裝白米皆有其品牌；由此，以強調消費者選購所著重的焦點。首是產品特色包括清潔、衛生、美味可口、重量準確及保證產地來源；其次是產品包裝重量，有三、五、六、七、十公斤及其他包裝；第三是產品種類，若依碾米程度和添加物，則市售小包裝食米有一般白米（含良質米）、胚芽米、加鈣米及糙米等四類產品（顏明川，1994）；第四於包裝上標示食米品種，雖影響食米品質的因素很多，如生產環境、調製方法及消費調理技術，然以品種影響品質為最。就研究與發展的觀點，政府所從事的產品策略有育種、栽培技術及碾製技術，糧商則著重於碾製和包裝等技術。

基於上述，發現稻米的產品策略係由政府與糧商共同執行，而政府看重在生產階段與分級的規範，糧商則以品牌和包裝為其重點。雖由現行的產品策略，發現其具有給予消費者在選購食米認知產品、對品質和種類雜異化等需求的參考指標等優點，然具有下列缺點：⑴對稻穀的收購與銷售未予分級，雖政府農糧單位已針對此而訂定有關的改善辦法，然未具體的

落實；⑵對良質米的界定，太著重生產與碾製階段的特性，未顧及消費者的偏好；⑶小包裝白米的品牌與名稱過於複雜，如受輔導的良質米糧商各有其品牌，大姆指標誌並未引起消費者的注意，亦未予糧商在銷售食米帶來明顯的助益。

2.價格策略

目前的稻米價格策略，在公糧米和自由米是有不同的。基於政府掌握糧源和提高稻農所得，公糧米部份自1984年起設置「糧食平準基金」，藉由稻穀保證價格收購予以運作，訂價方法是生產成本加20％利潤(余玉賢，1974)。自實施迄今，該收購制度之演變：⑴1974年第一期至1976年第一期的無限量收購；⑵1976年第二期的餘糧收購；⑶ 1977年第一期迄今的計畫收購，目前是蓬萊稻穀之一、二期每公斤各為19.80元和21.00元，在來稻穀則為18.00元和20.00元；⑷輔導餘糧收購，1978年第一期至1985年第二期為不限量，1986年第一期迄今為限量收購，目前此方面的收購價格如同計畫收購，不同者在於不同期別的收購量（徐智明，1981；彭作奎、黃萬傳，1994）。由此，呈現公糧的價格策略，一是採用成本加成的訂價方式，二是著重在向生產者的收購價格的決定，並不強調對銷售價格的決定，三是依提高稻農收入的觀點，採不同期別、收購方式及稻穀種類的價格策略。為處理該等的公糧，除運用糧外，常採用「拋售方式」予以處理，尤以飼料米為然；於今（1995）年三、四間的米價變動，政府利用「標售」方式處理公糧以平抑米價上揚。

至於自由米的價格策略，分稻穀和白米的不同策略。前者就不同期別、產銷地區及稻穀種類而定，其訂價原則除參考上述保證價格水準外，常受穀物豐欠收情況和一、二期交替時間的影響，致每年的穀價變化有其季節變化，已如前述。白米方面，販售的價格常依白米種類和包裝與否而定，散裝白米常依斗計價，各白米種類的價格則依其碾製程度和成本來計價；小包裝米的定價視包裝容量和白米種類而異，然其訂價方式採用「參考同業價格」與「按成本加一固定金額」為主，亦有採用「按成本加一固定百分比」或「按成本加固定金額及百分比」之方式；對價格變動的反應，當小包裝白米之價格變動採同幅反映，即大多以領導廠商價格為馬首是瞻，異於其他業者跟跌不跟漲之情況（顏明川，1994）。

彙結上述，發現稻米的價格策略在公糧米和自由米有極大的差異，一是前者考量生產者所得的觀點，而後者僅考量製銷廠商的觀點，二是前者由政府決定，後者由糧商決定，三是價格變動策略前者受政治意向左右的力量較大，後者受稻穀收穫期和領導廠商的影響較大，然兩者的訂價原則有採「成本加成」的共同點。其次，於稻穀保價收購方面，因僅著重收購，對其用途又係強調軍用和過期的飼料米，並未發揮價格平準的作用，致糧食平準基金迄今已有一千餘億元的短絀（黃萬傳，1995 b）；因此，依GATT的新協議規範和財政負擔的觀點，目前對此基金的存廢與收購制度的調整已引起各界的關注和討論。第三，由於自由米的價格策略係由糧商來決定，因受入關的影響，糧商已呈現預期心理的反映，時有藉季節節慶活動和新舊稻穀交替作為改變稻穀或小包裝米價格之基礎；就競爭手段的觀點，糧商常用非價格競爭的策略。

3.通路策略

由前述的運銷通路，大致已呈現稻米的通路策略，顯示公糧係由政府向生產者的收購部份，其餘的主要是自由米的部份。前已述及公糧的收購是由台灣省糧食局來執行，然其倉儲則存放在農會倉庫和租用民間糧商的倉庫；此等公糧的用途包括軍用糧、飼料用米、外銷及

售予糧商，且前已言及，於今(1995)年初，政府為平抑米價，採用「標售公糧」的策略。

於自由米方面，政府為促進食米零售現代化與提升食米消費品質，自1980年開始，輔導農會和碾米廠商製銷小包裝白米。一般民間碾米廠商之主要通路策略，一是由碾米廠透過各區經銷商的分裝銷至零批或零售商，此一通策略的品牌常以經銷商者為主，二是碾米廠自行的製銷，使用自已的品牌。農會之碾米廠方面，除散裝米有售予民間糧商和大消費戶外，其小包裝米主要藉由其所設超級市場予以銷售，其次是直銷予自助餐和餐廳之大消費戶，第三是直接售予個別消費者；其小包裝米原料主要係以契作方式取得，次為向產地農民個別收購，最後是購自販運商和糧商。

綜合上述及前述的運銷通路，發現以往食米的運銷通路大多為零階通路，即由碾米廠兼米商將食米直銷售給當地消費者；近年來，由於政府推動食米零售現代化，積極輔導碾米廠和農會更新設備，擴大營業規摸，提升企業化程度，又配合超級市場的興起和消費者購買習慣的改變，致食米的運銷通路愈趨複雜。依此，發現目前通路策略的優點有：(1)零售據點漸普及化，滿足消費者多樣化需求及其購買習慣的改變；(2)小包裝的通路策略愈形重要，促使業者生產規模擴大；(3)提供稻穀生產者多重銷售管道的機會；其缺點有：(1)因運銷通路層次增加，導致前述運銷成本的增加；(2)小包裝米在消費者購米結構日趨重要，意味加工與包裝的量、價及品質亦隨之受到重視，但是否一致受到質疑；(3)零售價格愈趨雜異化，除受前述運銷成本增加的影響外，零售價亦受零售商的訂價策略的左右，促使同品牌同品質的小包裝米在不同零售店遂有不同的零售價。

4. **推廣策略**

由於每人每年的食米消費量的減少，誘導食米的促銷策略益顯重要。目前稻米推廣策略的重點，一是强調食米品質如良質米、口味和產地特點；二是强調食米的安全與衛生，如小包裝的太空包裝和無污染的米；三是强調營養均衡與健康，如食米對健康的重要性；於此，值得一提者，政府自1985年起積極推廣良質米，然迄今其成效並未如預期。

從事推廣的單位，首是政府的推廣以强調食米品質、營養及認知教育宣導為主；次為農會以米食的種類為主，即以加工為觀點，推廣各種米食製品；至於民間廠商的推廣以强調口味、安全和產地為主；此外，有業者團體如米穀公會配合政府計畫之推廣活動，著重對食米消費的認知。

就推廣的工具而言，政府以手冊、傳單、展示、品嚐及米香之旅等為主；民間廠商以廣告（含電視、報紙和雜誌）和附贈品為主；農會以人員推銷和公共活動（如品嚐會和農產品促銷）為主，因受經費限制致利用獎金、獎品及廣告活動等居於次要的地位。至於促銷活動的時間，政府和農會並重「集中於一定時間及特定節慶時辦理」與「全年不斷進行」，次為採取「間斷式」的促銷活動；主要的領導廠商則採全年不斷進行之促銷活動（顏明川，1994）。基於此，政府農糧單位每年皆是相對小於民間廠商預算以從事促銷活動，而非每一農會都編列促銷預算；至於民間廠商，尤其是主要的領導廠商每年皆編有可觀的促銷預算。

綜上所述，政府和相關業者均致力於稻米的促銷活動，政府藉由公共活動方式强調消費習性教育之推廣策略，農會則配合政府計畫亦以公共活動方式傳遞產品優點給消費者供其購買依據，民間廠商則透過廣告搭配贈品告知消費者認知食米的口味和產地特色。細察食米的推廣策略，由於受推廣工具效果的影響，短期而言，發現目前民間廠商藉由電視廣告的效果

似優於政府或農會的促銷效果，導致大多數的消費者對四大領導廠商較爲熟悉；因未有農會採用電視廣告，除特定對象（如農政單位、農會人員或住在農會附近者）外，一般的消費者並不瞭解農會所製銷的白米，尤其小包裝良質米；由此，意味受促銷效果的限制，削弱政府輔導農會的效果。此外，CAS和良質米是政府推動高品質食米所關注的重點，然民間廠商的促銷活動並未予强調。

四、未來稻米運銷環境及其策略調適

由前述，不論由總體或個體觀點，得知稻米在政策和消費量皆隨政經環境而改變。雖隨著人口的增加，食米消費量理應隨之增加，然每人每年消費量的遞減，亦導致總消費量的減少。衡諸未來，稻米運銷策略勢受有關總體環境的變化而需予調適，下文依序就一般總體環境、稻米開放進口及未來策略調適等陳述之。

(一)一般總體環境簡析

首觀人口因素，台灣地區人口成長率正逐年的下降，意味未來食米消費人口的減少；人口年齡的結構是六十五歲以上人口佔總人口比例已近７％，呈現人口老化現象，影響廠商未來目標市場的選擇。其次是有關家庭結構的變化，因經濟發展促使社會結構的變化，生活型態已由傳統農業社會進化爲工商社會，致小家庭取代過去三代同堂的家庭組合，且婦女外出就業比率提升；由此，促使傳統購買食米習慣和通路產生明顯的變化。第三，因受恩格爾法則的影響，導致消費支出結構已由過去食品消費轉以衣著、交通、休閒及儲蓄爲主，即食品支出比率隨所得提高而降低的結果將影響未來食米市場的擴展。第四，受工資上升、環境污染及灌溉用水受限等影響，促使稻米生產成本提升，導致糧商取得食米原料與成本均呈增加之勢。基於上述的趨勢和影響結果，一方面造成1971年至1994年間的白米消費趨勢呈逐年遞減現象，二方面小包裝食米則呈低度成長的結果（廖士毅、廖武正、林婉慧，1994；顏明川，1994）。

(二)加入國際貿易組織（GATT/WTO）對稻米運銷部門之衝擊

誠如前述，稻米是我國重要糧食與作物，就政策觀點，過去政府對稻米予以高度重視，雖稻米政策對總體經濟、農家經濟及糧價等均帶來正面的效果，然受上述GATT新協議的規範，致稻米政策於國內方面的保證價格收購係GATT所認定的「紅色政策」，而於國外方面亦面臨開放進口的壓力；依此，目前的稻米政策正面臨改弦易轍的時刻（黃萬傳，1995 a）。就主要的稻米保護措施而言，一方面若稻穀保價制度於短期內不做任何調整，另方面若餘糧外銷不爲出口補貼，則我國稻米產業因應GATT農業協議的短期重點是在市場開放，而開放的方式，一是依照日、韓稻米開放的「限量進口」模式，另是關稅化的模式。

據有關研究結果（黃萬傳，1995 a），發現稻米開放進口之經濟效果以韓國模式之開放衝擊最小，其次是採行開發中國家之關稅化措施，再次爲採行己開發國家之關稅化措施，而以採取日本模式開放進口之衝擊最大。另由價格與供需量變化等可推估稻米開放進口後的福利變化，不論開放的方式，稻米進口將促使農民剩餘減少，而消費者剩餘增加，但淨社會福利則與開放前相差無幾（潘德芳，1993）。此外，我國若開放稻米進口，對國內稻米價格之

影響程度大於對供給量的影響；另據有關研究（官俊榮，1994；陳希煌，1989）顯示，稻米乏國際市場的競爭力；因此，稻米市場的開放對稻米產業勢必產生衝擊。

就稻米運銷職能的觀點，加入GATT對稻農的不利影響是其參與稻穀乾燥份量的減少；長期而言，在稻米出口乏競爭力與可能調整保價政策的雙重影響，稻農自己儲藏稻穀的意願下降。對糧商的影響，有利的方面是藉由市場需求增加而擴大其經營規模，雖可影響市場運作，然力量有限；而助長糧商的投機行爲則是負面的影響，此舉可能導致未來的米價益趨不穩定。對政府部門的影響，有利的是可能對市場直接干預角色的下降因而減輕財政負擔，然爲提供較周延的調適策略，政府部門需規劃與調整目前對稻米的保護措施。對有關加工業者之衝擊，有利的是可能增加其貨源，而增加的幅度則視進口米的用途而定；不利的是可能提升業者間之競爭程度，尤其內銷米食製品業有外來的競爭者。對消費者的影響，則是一項長紅的消息，不僅其有更多的供給量，又增加食米消費的選擇機會，最終在未來的價格下跌而有更多的消費者剩餘（黃萬傳，1995 a）。

(三)未來運銷策略之調適

1.稻米部門總體運銷策略之因應

⑴產品策略方面

此係就政府的立場研議未來的因應策略，首是積極落實稻穀分級購銷—基於追求高品質是所得提高的自然結果，建立稻穀分級收購乃是誘導農民從事高品質食米生產的先決條件，此來不僅以高品質作爲生產的導向，亦可提升與外來進口米的競爭力。惟此制度的建立，一方面需先建立和落實稻穀檢驗師證照的制度，二方面需與目前正實施的白米分級方式配合，三方面是良質米分級收購制度與品質管制系統的建立，就檢驗結果透過具公信力的單位（如消費者文教基金會），予以公告和宣導，始能爲良質米的品質把關，對未來良質米的推廣成效誠屬關鍵因素。

第二是食米包裝的重新設計—就市場占有率的觀點，1993年小包裝良質米占食用米之4.94％（劉欽泉、黃萬傳，1995），距政府規劃30％以上市場占率尚有頗大距離。良質米是入關後可做國產米與進口米市場區隔的利器，亦是迎合消費者注重高品質的良方。落實該一對策，首需重新塑造小包裝良質米的品碑，在配合CAS品牌認證制度的建立，强調與讓消費者認識國產良質米的特點，由此建立國產品之品牌形象。其次，配合稻米交易市場或中心的建立，打破目小包裝米市場寡占的局面，除可合理形成稻米價格外，予以削減糧商投機和囤積的行爲。據台灣省政府糧食局對食米包裝規範，經過輔導的分級小包裝白米標誌，明確印有合格證且其分級標誌顏色分別是：特級白米黃色、一級白米的綠色、標準白米的藍色及紅色的特級良質米。據有關研究(劉欽泉，黃萬傳，1995) 顯示，約七成五的消費者對良質米的標誌仍很陌生，此乃印在包裝袋上的良質米標誌及顏色不夠明顯所致。爲改善此項缺失，使消費者得以立即辨識良質米與一般白米，一勞永逸的辦法莫過重新設計所有食米的包裝，仍以不同的顏色區別各級食米，惟宜加大包裝袋的分級顏色，而非僅以分級標誌顏色的不同來區分。此外，包裝袋上宜留透明部分，以供消費者選購時參考比較。

第三是審慎推薦良質米品種—歷年來推薦的良質米品種呈起伏不定的現象，至1994年第2期作爲止，推薦的品種已達所有稻米品種五分之一；就良質米各品種契作面積而言，則有

集中之勢，此乃肇因於良質米品種的標準未能劃一，且評審不夠嚴格，結果造成某些品種的無疾而終；依此，宜加高良質米品種的評審門檻，審慎推薦良質品種。

⑵價格策略方面

主要是規劃稻穀保價收購制度的替代方式，基於GATT對境內支持削減的規範，並爲維護國內稻農的收益，規劃保價收購制度的替代方式宜以列入之。由於此一收購制度的背後涉及糧食平準基金，致規劃的過程，一方面需考量農民收益，似可參照歐體補償性支付或美國價差給付或GATT農業協議所謂「在有生產減產計畫下的直接給付」等作爲可能的替代方式。

至於糧食平準基金，雖今後的稻米生產誘因可能下降，然縱使政府在塡補現有短絀後，仍無法使基金的流通性提高；因此，未來的因應對策是將「糧食平準基金」改爲「糧食安全運作基金」(彭作奎、黃萬傳， 1994)，以年度編列預算方式收購安全存糧及進口米。

⑶通路策略方面

首是積極規劃稻米進口的方式—此係假設稻米進口採「限量進口」的日本模式而研議的對策，蓋前已指出以日本模式的進口，因受國內稻米供需乏彈性的影響，致其對稻米市場的經濟衝擊最大，因而需審愼規劃進口的方式。據農政單位所研擬的進口作業原則，係仿照日本的SBS(Simultaneous Buy and Sell System)方式，即採取「國營貿易」和「標售權利金」兼顧的方式，旨在區隔國產米和進口米的市場，爲其最大特點，而藉委託買賣稻米的價差似可增加財政收入亦爲其優點。然此種方式是否完全適用GATT第17條的規範則尙有疑議；除此之外，因有90%進口米納入公糧處理，可能增加庫存糧及財政負擔；另一考慮的問題是政府農糧單位在稻米進口仍然居主導角色，是否意味政府直接干預市場則不無疑問。最後，糧商參與此種方式的權數似有偏低，蓋由理論觀點，農產運銷在貿易自由化下宜由商人主司其事，以期活絡稻米市場。

第二是建立稻交易中心—至目前爲止，台灣稻米的運銷，一是透過前述政府收購，二是由稻農售予糧商或碾米廠；就稻農觀點，其居於價格接受者的地位並不清楚稻穀（米）的市場運作；其次，小包裝白米在食米市場的占有率已近60%，亦逐漸建立稻米的分級銷售制度。就經濟自由化的觀點，爲保障稻農的收益和促使稻米價格由市場決定，宜儘快規劃稻米交易市場或中心，今後不論國產米或進口米之國內交易皆由此爲之；政府提供基本的規劃和硬體設備，開放予民間業者投資經營，此交易中心應以營利爲目的，其運作方式宜以股票交易或期貨交易的方式爲主（黃萬傳，1995 c）。雖然稻米交易市場或中心具有上述的優點，惟其在規劃或實施的過程中宜有下列條件的配合：①落實稻穀分級收購制度；②設置處數宜兼顧產地和消費地的配置；③避免傳統批發市場轉手次數太多的缺點；④配合寄倉方式，以免徒增運費。

第三是調整民間自由米的儲存方式－配合稻米開放進口，市場自由米勢必增加，影響農民收益。因此，如何將安全存糧或是自由米能由農民、糧商或農會來儲存，對於糧價之穩定有相當之俾益；換言之，以「存糧於民，並可抵押貸款」作爲主要糧食儲備手段（黃萬傳，1995 b），如美國的「農民存糧倉儲計畫 (Farmer－Owned Reserves，FOR)」Knutson et.al, 1990) 則可做爲借鏡。

⑷促銷策略方面

主要是加强良質米之宣導教育與促銷活動，據有關研究結果（陳麗明，1995），得知尙

有三成以上的消費者不曾聽過良質米；另方面，歷年來政府爲促進國人對良質米的消費意願，曾舉辦各式宣導和促銷活動；惟由上述研究顯示消費者認知良質米的訊息來源以「電視」、「報章雜誌」及「自己在商品櫃看到」爲主。職此，欲增加良質米的消費人口，需結合「教育」和「有效傳播媒體」，由農糧單位加强良質米之宣導教育，對象宜普及全民，致工具應以大眾傳播媒體爲主，對提高良質米的認知率，始能收事半功倍之效。

2.糧商運銷策略之因應

此係就個體業者觀點研議有關的因應策略，由於一方面良質米的生產已被政府視爲因應加入國際貿易組織，因而稻米開放進口之利器，蓋於農業政策白皮書預計有二十萬公頃之種植面積與30％的市場占有率；二方面未來增加稻米消費量是不可能的，然改變食米消費型態與結構是可預期的，以小包裝米替代散裝米有40％左右的空間，以良質米替代一般白米則有88％的空間。基於此，下文僅關注糧商對良質米運銷策略之調適。

⑴產品策略方面

首是單純化良質米品牌與名稱－由於市面上流通的小包裝食米品牌極多，此是由於同一家廠商常申請多種品牌，而同一品牌往往因良質米或一般白米而取有不同的名稱，致使消費者極易產生混淆且難以印象深刻。準此，廠商一方面除應配合前述政府對良質米包裝的改革外，另方面須簡單化良質米的名稱，以利消費者辨識與選購。

其次是提升國產米食及其製品之消費和品質水準－前述指出，開放進口後的稻米消費量增加，爲讓增加的部份是國產米而非進口米，致有必要考量消費者面的因應對策。雖目前稻米已具劣等財的經濟特性，然可藉由改變食米的消費型態、提升行銷能力及食米製品的研發等，予以提升國產米食的消費量。其具體的做法，一是藉由米食的推廣教育，宣導米食對營養均衡和健康的重要性；其次是加速推廣學童營養午餐米食，由此使其認知稻米的重要性及建立食用國產米的習慣；第三是在配合消費者對食品多樣化的需求，加强米食製品的研發，由此建立進口替代之米食製品加工業。

⑵價格策略方面

主要是拉大良質米與一般白米之價差，目前的價差不易拉大的主因，一是糧商常將良質米與白米混合出售，二是良質米的「良質」忽視消費者的偏好，遂導致消費者未克將高品質與付高價畫上等號。因此，拉大價差的方法，一是糧商應恪守特級和CAS良質米之規範，二是依糧商的製銷成本訂定價格，三是配合上述食米包裝的重新設計。

⑶通路策略方面

主要是普設零售據點，由於銷售良質米的零售商以現代化的零售店爲主，而消費者購買食米的商店則以傳統雜貨店居多；此外，據研究結果（陳麗明，1995），顯示居住在城鎮的消費者對良質米的認知與消費皆有不足的現象。依此，廠商除應全面於各類型的零售據點銷售良質米外，尙須兼顧不同的地區別，方不致遺漏特定消費族群。

⑷推廣策略方面

主要是並重廣告與其他促銷方式，就上述研究結果，顯示良質米的電視廣告宣傳不論對一般消費大眾或零售商，皆是刺激其消費或銷售之最有效方式。準此，於宣傳初期，宜以電視廣告加深消費者的印象。惟一般消費者對良質米的品牌忠誠度不夠，致產品特性的强調益顯重要；此外，配合各種促銷活動（包括特價促銷、附送贈品、抽獎、摸彩、...等）的不定

時舉辦，可適時喚起消費者的記憶而永誌難忘。

五、結　語

稻米於國內是一項具政經敏感性的商品，就經濟觀點，一方面因稻米的消費量受恩格爾法則的影響而呈逐年下降的走勢，另方面因受GATT新協議規範的影響致市場開放是不可避免的；由此，引申稻米產業政策的調適是勢在必行，除政府就總體觀點將生產目標由自給自足調整為供需平衡與稻作面積配合進口量調整外，未來為讓稻米產業具有生命力，宜落實稻作為三生事業的策略，其中如何藉由運銷策略以調整因應稻米消費型態和結構的走向自是不可忽視的一個層面。

就政策歷史觀點，稻米政策過去較偏生產面，對運銷面的重視焦點在於糧源控制、肥料換穀及倉儲制度；自1980年推動小包裝白米與1984年設置糧食平準基金之後重視價格與產品策略，即至此為止仍以政府層面的總體運銷策略為主。基於1980年代初期，一來因應消費者對食米品質的需求，二來積極擴大推動小包裝白米分級銷售制度，遂有强調個體廠商層面的運銷策略，尤其是促銷推廣策略。就目前稻米行銷組合的觀點，政府的運銷策略較强調產品和價格等策略，而糧商則偏重通路和促銷策略。

基於因應經濟國際化和自由化之潮流，未來的稻米運銷策略宜並重總體和個體的策略，即在減少政府對市場直接干預、減少財政負擔及提升稻米運銷部門競爭力的原則，政府層面的總體運銷策略宜以因應加入國際貿易組織調適與修訂有關制度和法規之策略為主，而個體糧商則以提升營運效率和配合滿足消費者需求之策略為主軸。

参考文獻

台灣省政府糧食局（1995）台灣糧食統計要覽，台北。

行政院主計處（1987,1993）農漁產品運銷實況調查報告，台北。

行政院農業委員會（1994）中華民國糧政，台北。

行政院農業委員會（1995）農業政策白皮書，台北。

余玉賢（1974）農業經營新境界，台北：聯經出版事業公司。

邱茂英（1978）台灣稻米產銷及價格策略，台北：海島出版社印行。

官俊榮（1994）「加入GATT後農業補貼與農民福利政策之調適」，參與GATT 對農業之衝擊及政策因應研討會，行政院農業委員會與國家政策中心共同舉辦。

徐智明（1981）糧食平準基金與糧食政策，台北：全剛出版社。

徐榮義（1993a）降低台灣稻米運銷成本之研究，台中：國立中興大學農產運銷學系。

徐榮義（1993b）主要農產品合理價差之研訂－稻米產品部份，台中：國立中興大學農產運銷學系。

陳希煌（1989）我國經濟自由化與農業政策之調適，行政院經建會專題研究。

陳麗明（1995）台灣良質米消費者行為之研究（碩士論文），台中：國立中興大學農業經濟學研究所。

彭作奎（1995）「台灣農業發展之回顧與展望」，台灣經濟月刊，第226期，頁12－51。
彭作奎、黃萬傳（1994)糧食平準基金運作之探討，台中：國立中興大學農業經濟學研究與農產運銷學研究所。
黃俊欽（1994）良質米推廣成效與未來推廣方向之研究（碩士論文），台中：國立中興大學農業推廣教育學研究所。
黃欽榮（1990）「農產品運銷問題及其改善途徑」，農產運銷季刊，第84期，頁1-8。
黃萬傳（1995a）「我國加入GATT對稻米運銷部門之衝擊及因應對策」，台灣經濟月刊，第223期，頁50－61。
黃萬傳（1995b）「對台灣稻米政策之省思」興農，第312期，頁32－42。
黃萬專（1995c）「評析擬議設置稻米交易中心」，興農，第321期，頁55－59。
黃萬傳、陳景榮、賀惠玲、許應哲、游秀花（1995）建立農產品期貨交易市場可行性之研究，台中：國立中興大學農產運銷學系。
潘德芳（1993）「入關對稻米生產之影響」，農情專訊，第132期，頁16-17。
廖士毅、廖武正、林婉慧（1994）台灣地區主要糧食消費調查研究，台中：國立中興大學農產運銷學系。
廖安定（1994）「烏拉圭回合農業協議內容之簡介與建議」，農政與農情月刊（革新版）第19期，頁16－25。
劉欽泉、黃萬傳（1995）良質米推廣成效與影響消費者購買意願之研究，台中：國立中興大學農業經濟學研究所與農產運銷學研究所。
顏明川（1994）台灣地區農會小包裝食米行銷策略之研究（碩士論文），台中：國立中興大學農產運銷學研究所。
Bell, M.L.（1979）Marketing Concepts and Strategy, Third Edition, New Jersey: Houghton Mifflin Company.
Knutson, R.D., J.B. Penn, and W.T. Boehm（1990）Agricultual and Food Policy, Second Edition, New Jersey: Prentice Hall.
Kohls, R.L. and J.N. Uhl（1991）Marketing of Agricultural Products, Seventh Edition, New York: Macmillan Publishing Company.

強化良質米產銷

呂 德 仁
台灣省政府農林廳農產科

一、前 言

本省近年來隨著國家經濟快速發展，國民所得及生活水準普遍提高以後，國人的糧食消費型態亦有顯著改變，食用高蛋白質食物及麵食製品大量增加，致使食米消費量不僅逐年減少；在品質要求上也由過去的「吃得飽」轉而追求「吃得好」。另由於農業科技發展，稻米單位面積產量提高，形成稻米生產過剩，政府為維護農民利益，乃設置糧食平準基金，用以辦理計畫收購及輔導收購，又因國際糧價低迷，且成本偏高，外銷困難，因此基金發生鉅額虧損，並引起倉容及資金籌措困難等問題。省府為貫徹中央糧食政策，並迎合消費者之需求，特將「輔導良質米產銷計畫」自七十五年度起列為加速農業升級重要措施，發展精緻農業項目之一，責由本廳與糧食局輔導本省具有生產分級小包裝白米及銷售能力之中心農企業(鄉鎮農會及糧商)，與農民契作生產良質米，期以提昇食米品質，建立分級銷售制度，促進食米消費，以紓解稻米生產過剩之困境，並進而提高農民所得，滿足消費者之需求。為輔導農民與上下游農企業建立契約產銷關係，期以減少價格風險，創造農、工、商等三方面之共同利益，乃將本計畫自七十六年元月起納入改善農業結構健全契約產銷－建立衛星農場制度十三項計畫之一。復為進一步提昇食米品質，促進米食消費，提高良質米市場占有率，自七十九年度起納入改善農業結構提高農民所得方案，擴大輔導契約廠商及契作範圍，自八十一年度起配合中央農業綜合調整方案及省府之地區農業發展方案全面實施。並自八十五年度起納入台灣省農業建設方案發展重點產業項目實施。

二、工作內容及方法

(一)規劃良質米適栽地區：

為確保良質米品質，探討適宜良質米生產之區域，以為建立稻米分類分等計價制度之依據，經農林廳所屬農業試驗改良場所，依據台灣省灌溉用水水質標準及土壤重金屬元素含量(暫定)標準，暨歷年「良質米生產區域之探討」等相關試驗結果，並參酌轄區內採樣之樣品，進行米粒外觀及食味優劣之比較分析後，再將表現良好之樣本所屬區域規劃為良質米適栽區。

(二)推薦適栽品種：

由各區農業改良場就轄內環境氣候、土壤、水質推薦良質米契作品種，供受輔導單位

及農民選擇採用。

㈢遴選輔導對象：

輔導具有生產分級小包裝白米及銷售能力的農會或糧商爲中心農企業，於稻米計畫生產之土地範圍內，與農民簽定產銷契約，以生產小包裝特級良質米。

㈣良質米生產技術輔導

1.班隊組織：

由執行鄉鎮農會依據良質米適栽區域及水稻育苗中心、稻作代耕代營隊之分佈情形及灌溉系統，以每25～30公頃規劃爲一生產栽培班(區)，每班設班長一人，負責稻種或秧苗分配，安排田間作業，田間檢查及其它工作連繫事宜。

2.召開農民說明會及生產技術講習會：

執行(合作)農會應於每期作浸種前召開計畫說明會，說明有關契作生產、統一供應秧苗及研商解決所遭遇之問題，並於插秧前邀請區農業改良場派員講解良質米生產技術及品種特性。

3.加强田間作業管理：

(1)優良稻種及秧苗之供應：

本計畫所需之稻種，悉由各縣市政府所設置之水稻採種田生產之稻種優先供應。指定之水稻育苗中心，統一培育强健秧苗後，供應集團栽培班或契作區農戶種植。

(2)合理施肥：

請各執行(合作)農會應輔導農民依照各契作田地力差異，合理施肥並按水稻不同生育期及各品種之肥料效應施用基肥及穗肥嚴防倒伏。並鼓勵農民於契作田之前作種植豆科綠肥作物，以增進地力，提昇米質。

(3)灌排水管理：

依各水稻栽培區稻作生育期之需水量及灌溉適期與當地農田水利單位研定配合計畫，以隨時調節田間水分，並特別注意成熟後期之輪灌，避免太早斷水，以確保米質。

(4)加强病蟲害防治：

參照各區農改場發佈之病蟲害發生之預報資料及田間實際　發生情形，適時防治，並洽請鄰近之稻作代耕隊實施共同防治，以收全面防治之效果。

(5)適期收穫：

俟水稻收穫適期，應洽請稻作代耕隊統一收割，並將濕穀搬運至乾燥中心，參照育苗中心提供之供苗名冊及田間檢查結果表經收，並依照良質米乾燥技術，適確控制溫度、風量、速率及穀粒含水量等作業要領，統一乾燥至適當含水率，輸送入倉儲存等候加工，以確保品質。

㈤良質米品質管制與銷售：

輔導糧商與適栽區農民契作，以取得高品質稻穀，碾製加工，並促使廠商加强檢驗品管，生產清潔、衛生之小包裝「特級良質米」，以提供消費者高品質食米，促進食米消費。受輔導單位收購之稻穀，應依照良質米檢驗標準規格碾製特級小包裝良質白米上市銷售。

其品質檢驗標準規格如下：

項目 種類	等級	最高限度												備註
		碾白度	水份%	夾雜物 總計	夾雜物 砂土	稻穀%	碎粒% 總計	碎粒% 小碎粒	被害粒% 總計	被害粒% 有色粒	白堊質粒%	異型粒%	糙米%	
蓬萊	特級	標準品	14.5	0.1	0	0	5	0.5	1	0.1	5	1	0	受輔導單位自認無變質之虞者水份得放寬至15%
秈米	特級	標準品	14.5	0.1	0	0	10	0.5	1	0.1	5	1	0	

爲增進消費者對良質米之認識，本計畫由糧食局負責辦理電視，報紙及戶外型電腦顯示板等宣傳廣告及舉辦米食品嚐會等促銷食米活動，以建立稻農、廠商、消費者對高品質食米之觀念。

三、執行情形

(一)召開輔導良質米產銷座談會：

農林廳、糧食局共同於各年度期中或期末分別召開「輔導良質米產銷工作研討會」，邀請學者、專家及有關機關人員參加，會中除探討規劃良質米適栽區，改進栽培技術，培育優異品種，研訂良質米品質標準及分級方法，加强良質米之行銷策略等問題外，並檢討各年度計畫執行情形，以供下年度計畫執行之參考。

(二)規劃良質米適栽區：

爲確保良質米品質，探討適宜良質米生產之區域，以爲建立稻米分類分等計價制度之依據，經農林廳所屬農業試驗改良場所，依據台灣省灌溉用水水質標準及土壤重金屬元素含量(暫定)標準，暨歷年「良質米生產區域之探討」等相關試驗結果，並參酌轄區內採樣之樣品，進行米粒外觀及食味優劣之比較分析後，再將表現良好之樣本所屬區域規劃爲良質米適栽區，現階段已完成規劃之適栽區面積，兩期作達二十萬餘公頃(附表一)。

1.宜蘭縣主要灌溉系統冬山河、蘭陽溪，辦理鄉鎮以三星、冬山爲主，規劃面積3,820公頃。
2.桃園縣主要灌溉系統石門、桃園大圳，辦理鄉鎮以中壢、八德、大溪爲主，規劃面積14,050公頃。
3.新竹縣主要灌溉系統頭前溪、石門大圳，辦理鄉鎮以竹北、芎林爲主，規劃面積5,200公頃。
4.苗栗縣主要灌溉系統後龍、中港溪，辦理鄉鎮以後龍、公館爲主，規劃面積11,300公頃。
5.台中縣主要灌溉系統大甲、大安溪，辦理鄉鎮以大甲、外埔爲主，規劃面積14,480公頃。
6.彰化縣主要灌溉系統濁水溪八堡圳及剌仔埤圳，辦理鄉鎮以埤頭、田中、二水爲主，規劃面積29,800公頃。
7.南投縣主要灌溉系統濁水溪、烏溪，辦理鄉鎮以南投、草屯爲主，規劃面積7,030公頃。

表一：各縣市良質米適栽區規劃面積表

縣市別	良質米適栽面積(公頃)		
	一期作	二期作	小　計
宜蘭縣	3,280		3,820
桃園縣	8,150	5,900	14,050
新竹縣	2,550	2,650	5,200
苗栗縣	5,700	5,600	11,300
台中縣	7,830	6,650	14,480
彰化縣	15,350	14,450	29,800
南投縣	3,750	3,280	7,030
雲林縣	22,882	21,037	43,919
嘉義縣	15,559	15,702	31,261
嘉義市	500	500	1,000
台南縣	12,490	12,848	25,338
高雄縣	2,450	900	3,350
屏東縣	2,100	950	3,050
台東縣	2,910	2,910	5,820
花蓮縣	4,060	4,060	8,120
合　計	110,101	97,437	207,538

8.雲林縣主要灌溉系統濁水溪、嘉南及斗六大圳，辦理鄉鎮以西螺、莿桐、大埤為主，規劃面積43,919公頃。

9.嘉義縣主要灌溉系統北幹線、大林圳，辦理鄉鎮以大林、民雄、鹿草為主，規劃面積31,261公頃。

10.嘉義市主要灌溉系統八掌溪、道將圳，辦理鄉鎮以嘉義市為主，規劃面積1,000公頃。

11.台南縣主要灌溉系統北幹線、頭前溪，辦理鄉鎮以新營、六甲為主，規劃面積25,338公頃。

12.高雄縣主要灌溉系統荖濃溪、阿公店水庫，辦理鄉鎮以岡山為主，規劃面積3,350公頃。

13.屏東縣主要灌溉系統高屏溪、龍鑾潭水庫，辦理鄉鎮以屏東市、潮州為主，規劃面積3,050公頃。

14.台東縣主要灌溉系統關山圳、池上圳，辦理鄉鎮以關山、池上為主，規劃面積5,820公頃。

15.花蓮縣主要灌溉系統秀姑蘭溪，辦理鄉鎮以玉里、富里為主，規劃面積8,120公頃。

全省全年合計規劃面積207,538公頃。

㈢推薦良質米契作品種：

1.由各區農業改良場就轄內環境氣候、土壤、地質推薦良質米契作品種，供受輔導單位選擇採用。

2.七十四年第二期作依米粒外觀推薦台農68 號、新竹64 號及越光(試作)為良質米契作品種。八十三年第一期作推薦台南9號、台中189號、台農70號、高雄139,142號、台中秈10號、台稉2、3、5、8號及越光(試作)，。八十三年第二期作起增加台稉9號，計12個品種。

3.十年半來推薦品種之契作栽培面積以台稉2號最多，有7 7,108公頃，占歷年總契作面積234,115公頃之33％。其次為台中189號38,054公頃，占16.4％；台稉8號31,029 公頃，占13.4％；台農70號29,710公頃，占12.4％；台中秈10號12,595公頃，占5.4％；其餘品種均未達12,000 公頃以上，其百分比在4.5％以下(表二)。

表二、歷年來契作面積及良質品種別面積統計表　　　單位：公頃

年期	契作面積	台農68號	新竹64號	台農70號	台中189號	台南9號	越光(試作)	高雄139號	高雄142號	台農67號	台中秈10號	台稉2號	台稉3號	台稉5號	台稉8號	台稉9號
74年(2)	970	849	50	-	-	-	71									
75年(1)	1,493	-	200	811	266	184	32									
75年(2)	1,768	-	-	1,185	144	402	37									
76年(1)	2,273	-	-	1.902	73	267	31									
76年(2)	3,462	-	-	2,788	95	445	134									
77年(1)	3,289	-	-	1,195	1,223	731	140									
77年(2)	4,772	-	-	3,247	596	876	53									
78年(1)	5,639	-	-	3,368	1,599	625	47									
78年(2)	7,078	-	-	3,644	1,749	900	65	287	197	236						
79年(1)	8,257	-	-	4,534	2,024	930	70	301	190	208						
79年(2)	9,531	-	-	2,467	5,300	617	27	260	423		74	363				
80年(1)	11,510	-	-	1,846	2,793	909	33	576	624		366	4,363				
80年(2)	15,064	-	-	760	2,411	196	23	568	1,097		281	9,663	53	12		
81年(1)	17,091	-	-	861	2,736	221	24	644	1,244		318	11,043				
81年(2)	16,503	-	-	486	2,819	158	48	393	835		1,246	9,148	245	1,125		
82年(1)	24,340	-	-	717	4,158	233	71	580	1,232		1,838	13,492	361	1,658		
82年(2)	19,046	-	-	589	3,416	191	58	476	101		1,510	10,132	297	1,365		
83年(1)	22,000	-	-	610	3,945	221	59	520	1,100		2,700	9,230	310	1,505	1,800	
83年(2)	18,664	-	-	270	257	-	103	1,328	820	-	862	1,254	89	300	12,849	540
84年(1)	21,230	-	-	230	240	-	65	1,500	1,000	-	2,500	7,320	270	1,400	5,300	1,405
84年(2)	20,135	-	-	200	210	-	59	1,850	800	-	900	1,100	90	350	11,080	3,495
合計	234,115	849	250	29,710	38,054	8,106	1,250	9,283	10,574	444	12,595	77,108	1,715	7,715	31.029	5,440
%	100	0.3	0.1	12.4	16.4	3.5	0.5	4.0	4.5	0.2	5.4	33.0	0.7	3.3	13.4	2.3

(四)輔導對象及契作面積：

1. 輔導具有生產分級小包裝白米及銷售能力的農會或糧商爲中心農企業，於稻米計畫生產之土地範圍內，與農民簽定產銷契約，以生產小包裝特級良質米。
2. 自七十四年二期作辦理以來，至八十四年二期作計有24 家農會，66家糧商與244,078戶參與良質米契約產銷(表三)。契作面積由七十四年二期作之970公頃，逐年增加至八十四年第二期作之20,135公頃，歷年累計推行234,115公頃(表四)。

表三：歷年來良質米產銷受輔導單位數及農戶數彙計表

年	受輔導單位			契作農戶數(戶)
期	農會	糧商	小計	
74年(2)	7	9	16	1,430
75年(1)	8	10	18	2,050
75年(2)	11	8	19	2,189
76年(1)	12	19	31	3,021
76年(2)	11	22	33	3,570
77年(1)	12	20	32	3,600
77年(2)	15	23	38	4,773
78年(1)	15	23	38	5,766
78年(2)	18	29	47	7,462
79年(1)	19	30	49	8,692
79年(2)	15	40	55	10,054
80年(1)	16	44	60	12,522
80年(2)	16	44	60	16,388
81年(1)	19	56	75	21,582
81年(2)	21	60	81	15,341
82年(1)	23	64	87	22,621
82年(2)	23	59	82	19,691
83年(1)	24	59	83	20,446
83年(2)	23	55	78	20,550
84年(1)	26	56	82	22,188
84年(2)	24	46	70	21,142
合計	24	66	90	244,078

表四：歷年來良質米契作面積與稻作面積比較表

年 期	稻米種植面積 A	良質米契作面積 B	良質米百分比 B／A
74年(2)	286,859	970	0.33
75年(1)	268,872	1,493	0.56
75年(2)	268,851	1,768	0.66
76年(1)	255,356	2,273	0.89
76年(2)	246,725	3,462	1.41
77年(1)	240,828	3,289	1.37
77年(2)	230,632	4,772	2.07
78年(1)	243,215	5.639	2.32
78年(2)	233,337	7,078	3.03
79年(1)	242,423	8,257	3.41
79年(2)	212,095	9,531	4.49
80年(1)	227,517	11,510	5.06
80年(2)	201,421	15,064	7.48
81年(1)	209,476	17,091	8.16
81年(2)	187,776	16,503	8.79
82年(1)	212,088	24,340	11.48
82年(2)	179,372	19,046	10.62
83年(1)	196,331	22,000	11.21
83年(2)	170,009	18,664	10.98
84年(1)	198,000	21,230	10.72
84年(2)	170,389	20,135	11.81

㈤指導良質米生產技術：

依據良質米契作品種及面積，專案設置採種田，繁殖優良稻種，供給契作農民種植。加强去僞去雜、改進灌漑、排水、施肥技術與病蟲害防治等田間管理，並依照良質米乾燥技術，有效控制稻穀乾濕度至含水量達14.5度爲準，以減少胴裂、碎米，確保品質。另編印水稻良質米栽培手冊分送契作農戶，召開技術講習會，由區農業改良場派員講解品種特性及栽培技術，期配合適當之栽培技術，生產品質優良之稻穀。

㈥產品品質管制與銷售：

爲確保政府輔導之公信力，受輔導單位所碾製之小包裝特級良質米由糧食局所屬各地糧管處負責檢驗。合格產品包裝袋印有良質米服務標章(大姆指標誌)，標示品種、產地、

淨重、生產年期、碾製日期、保存期限及碾製工廠名稱、地址等，管制產品之純淨及新鮮，保障消費者權益。

(七)宣傳及促銷：

為有效宣導小包裝特級良質米，自七十五年度起由農林廳及糧食局採取多項措施：

1.印製良質米宣傳單張及經銷商名錄：編印精美之宣傳單張及經銷商名錄，贈送消費者。

2.電視廣播宣導：七十五年六月至九月間，於三家電視台，以公益廣告方式進行宣導。

3.觀摩及品嚐會：為加強契作農戶對良質米栽培技術交流，並使一般消費大眾對良質米有深切認知，以提昇食米消費，每年期由執行縣政府及鄉鎮農會於良質米主要產區舉辦田間觀摩會及於主要消費地召開品嚐會。七十九年六月為慶祝李總統就職，曾於台北、台中、高雄市分別舉開良質米展示及品嚐會，參觀者甚為踴躍，廣獲消費者之好評。八十二年六月及八十四年六月分別於大甲鎮及西螺鎮舉開良質米集團栽培及散裝收穫觀摩會，廣為宣導。

4.辦理良質米評鑑，依品質食味、標示，予以公平公正之抽檢，選拔十大優良品牌，在國父紀念館隆重頒發「金米獎」，並製播電視節目，增進消費大眾對良質米之認識，促進食米消費，增加農民收益。

5.辦理「米香之旅」活動，邀請國小師生試食以良質米烹製之清粥、壽司、飯糰等，並參觀說明良質米之產製銷過程，促使年輕的一代自幼年期即養成喜食良質米之良好膳食習慣。

6.為增進良質米之宣導促銷效果，發揚米食文化，辦理「蓬萊仙子」選拔，經由初選、複選、決選之過程配合促銷及電視製播，予以活潑化、多樣化、趣味化，並藉電視、報章、雜誌等大眾傳播媒體之報導，普獲消費大眾之熱烈迴響。

7.設置戶外型電腦顯示板，介紹良質米生產過程，加深消費大眾對良質米之認識，對良質米之知名度及形象之提昇有相當助益。

8.配合地區農業成果展，及桃園縣台灣區運動會農業成果展辦理「稻香之旅」，以燈箱展示良質米品種之特性，適栽地區以及介紹良質米產銷過程，以加深消費大眾對良質米之認識。

四、今後工作重點

(一)近程計畫目標

1.為建立良質米產銷一元化體系及嚴密控制產、貯、製、銷一貫化作業過程，以確保良質米品質為近程目標；即遴選具有現代化碾米加工及稻穀乾燥設施之農會，先驅示範在良質米適栽區內，配合灌溉水路系統規劃為良質米集團栽培區，輔導農民集團栽培良質米，栽培期間由區農業改良場加強指導栽培管理技術，俟屆收穫適期，由農會經收濕穀統一乾燥，經碾白與品質檢驗合格後，以小包裝出售。

2.指導農民改進栽培方法

為提昇良質米品質，加強契作農民改進栽培生產技術 ，除責成各區改良場加強栽

培技術講習及田間指導外，並從契作田之土壤肥力診斷開始，經由健全之水稻育苗中心統一繁殖秧苗，稻作代耕代營隊之統一機插、施肥、病蟲害防治及適期收穫等一貫化生產管理作業。

3.加强收穫後之處理

俟水稻收穫適期，由農會洽請稻作代耕代營隊統一收割，並將濕穀搬運至農會乾燥中心統一乾燥，乾燥時必須依照良質米乾燥技術處理，不得急速乾燥，並有效控制乾濕度、風量、速率等作業要領，將稻穀乾燥至含水量達一四·五度為準，以減少胴裂、碎米、以確保品質及減輕農民晒穀過程之辛勞，乾燥後之稻穀應即碾製銷售，不做長期儲存，以維品質。

4.提高良質稻穀收購價格，保障契作農民收益

糧商須高於當地市價經收達到驗收標準之稻穀，並基於照顧稻農及提高其種植意願，應儘量提高其收購價格，拉大與一般稻米之價差。契作廠商調製後之小包裝特級良質米，應衡酌當時市場供需情形及稻米品質，訂定合理售價以適度轉嫁其成本，提高與一般食米價差。

5.建立地方特色品牌

鼓勵各廠商參照當地特殊之人文地理條件及所生產良質米之特性樹立地方性品牌，如大甲農會之原鄉米、後龍農會之龍賀米、池上農會之月光米等品牌，均已予消費者良好的印象，應再配合各種促銷活動，提昇地方性品牌之知名度，加深消費者之認識。

6.改進現行契作產銷方式，加速良質米之推廣

為改進目前因採行契約栽培方式，契作廠商短期內無法在收穫季節籌措大量資金收購稻穀及倉容不足等缺失，由計畫採行齊一品種育苗，供應一般農民種植，輔導栽培技術，且鼓勵受輔導廠商擇優經收其稻穀，以建立集團栽培生產良質米之輔導模式，藉以加速良質米之推廣，提高市場占有率。

㈡長程計畫目標

因影響稻米品質的因素很多，如品種、栽培環境、氣候、栽培方法、收穫後處理等，其中以品種與栽培環境對米質之影響最大，為促進良質米產銷工作，除了提高稻米品質方法及針對影響稻米品質重要因素加以改進外，尙須相關行政措施之配合，始臻完善。

1.品種改良：加强有關影響米質因子之試驗研究，加速育成符合消費者需要之品種，一般而言，國人之食米消費習性，較偏向於低直鏈性澱粉之梗米，故無論是秈米或梗米品種，均以育成低直鏈性澱粉含量之品種，較容易被消費者所接受，除了澱粉成分外，良質米品種應具備良好的外觀，包括米粒透明，有光澤，腹白、心白少等，此外產量之穩定性，對病蟲的抵抗性，抗倒伏性等優良農藝特性亦應具備。

2.探討良質米栽培環境：繼續進行「良質米生產區域穩定性」等相關試驗，探討各地產米品質優劣之分佈，以規劃良質米適栽區域，並參照各地區之土壤，水質及氣候等環境因素及品種之適應性，探求各地區最適宜之良質米品種，以配合廠商樹立地方性品牌，提昇良質米之知名度。

3.建立稻米分級檢驗，收購及銷售制度，並拉大等級間之價差，以提高生產者栽培良質米

之意願。

4.加强良質米栽培技術之基本研究：本省目前有關栽培技術之基本資料，如氣候及土壤對品種之影響等尙不完備，有關栽培技術之基本研究應予加强，以期建立各地區之最佳栽培管理技術，以提高稻米品質及產量。

5.加强稻米加工之基本試驗研究：稻米消費之多樣化，爲促進稻米消費量的另一途徑，唯目前加工業者，以何種類型的稻米爲其最佳之材料，並無定論，致育種者無法針對其需要進行育種工作，故應加强稻米加工之基本試驗研究。

6.加强辦理有關稻米品質檢定之研修課程，培育稻米等級鑑定人才，以利本省稻米品質之鑑定及相關業務之推行。

7.獎勵輔導農會及糧商更新現代化兼具電腦品管系統之碾米設備，以提高良質米品質。

七、展　望

改善食米品質是國人共同的期盼，也是現階段稻米生產重要目標之一，鄰國日本發展良質米十餘年來，市場占有率已高達五五％，而本省目前之市場占有率僅約一０％，預定未來六年內，將提高至三十％以上，如以此爲生產目標，國內年需良質米約五十萬公噸，約需稻作面積十萬公頃，可見本省推行良質米頗有深厚的發展空間。因此，今後應加强良質米品種選育、適栽區規劃、指導良質米生產技術，建立米質分級產銷制度，嚴格管制良質米品質，提高農民生產意願，以促進良質米的發展。

稻田生態對環境保育之影響

謝　森　展
國際美育自然生態基金會

摘　要

現代農民靠昂貴的無機化學肥料及化學農藥生產水稻，結果造成了土壤及水之污染，並影響自然生態環境。本文針對下述問題加以探討：(1)農工生產活動所造成的地球環境生態之變化；(2)在亞熱帶地區增加稻米所面臨的問題；(3)水稻生態之特性及其功能；(4)稻田用水之管理對環境之影響；(5)氣象對稻田用水之影響；(6)稻田灌排水對稻田生育、產量及稻米品質之影響；(5)氣象對稻田用水之影響；(6)稻田灌排水對稻田生育、產量及稻米品質之影響；(7)稻田灌溉方法對水資源之影響；及(8)稻田輪作對自然生態系之影響。在本文中强調以推行不同化學肥料及化學農藥爲主之稻有機栽培及實施綜合性病蟲害防治(IPM)來維護稻田之生態環境。

前　言

稻米爲亞洲人之主食，所以在亞洲國家，它是五穀之首，成爲亞洲文化發展之中心，其原因除氣候因素如雨量較爲充沛，氣候較爲溫暖外，一般東方人較爲偏好米食也是重要原因之一。有些人長期不吃飯而只吃麵包是受不了的。也許米飯對東方人的胃有很好的緩衝或保健作用，所以常有一些生病的人，其家人都會煮些稀飯給他們吃，其身心就會較爲舒暢。因此在東方國家，完全沒有米似乎是不行的。

稻米不但在亞洲非常的重要而且在北美洲、南美洲、非洲及大洋洲國家也非常重要。稻米生產除品種外，栽培技術亦非常的重要。栽培技術中肥料尤其化學肥料之施用及水的利用與稻米之增產關係最大。化學肥料施肥方法不當會時引起環境之污染，水的利用不當也會造成稻田生態之改變，故如何一方面保育稻田之生態環境，另一方面增加稻米生產成爲最重要的研究課題。

地球環境生態之變化

隨著工農商業之發達，世界各地之森林普遍遭受濫伐而失去涵養水源及保護土壤之功能。工廠和交通運輸工具之廢氣和廢水，以及各種農藥都不斷地排入空氣中或河川，破壞或污染我們的生態和環境，如果不設法防止，將會給人類帶來嚴重的災難。北極圈臭氧層破洞之擴大，地球表面二氧化碳含量之增加而造成溫室效應，是全球人士都非常關切之問題。此外許

多國家空氣中二氧化碳、氟化物、氨化物、乙稀、臭氧、PAN 或落塵等各種空氣污染物繼續增加而鳥類或昆蟲卻逐漸減少，河中BOD、COD、重金屬或其他各種有害物質不斷增加而魚類卻逐漸失去蹤影等等都是非常嚴重的警訊。這些空氣污染物及水污染物除會直接影響人體健康或生活環境品質外，更會污染各種農林漁牧產品而間接影響到人體健康，所以如何在工農商業進步發展中，仍能繼續維持良好之生態環境品質是非常重要的。

現代的稻米生產大部份靠化學肥料及化學農藥之大量使用來生產。這種依靠化學產品爲基礎的稻生產技術，雖然大大地提高了稻米的產量，但對自然環境生態及整體經濟上之影響，並非全部是正面的，有時也發生了水的污染問額。現代式農耕法的實施，有時反而會使農場之收入減少。由於這些現象之發生「如何讓現代農業生產體系永續下去」一問題引起全世界的農民、研究者及訂定政策者的莫大關心。爲研究出一個不會對環境發生不良影響的農作物生產體系，1991年9月6日在紐約聯合國大廈的會議廳內，成立了世界永續性協會(World Sustainable Agricultural Association, WSAA)。自然農法或永續性農業之理念是世界性的，其觀念應該相同，但其作法或實施對策可以因各國及各地區之農業環境的不同而有所不同。

在亞熱帶地區增加稻米生產力所面臨的問題

台灣屬於亞熱帶地區，所以台灣的稻米生產上所面對的問題與其他亞太地區者頗爲相似。在亞熱帶之不同生態區域內，由於環境條件不同其物理性、化學性、生物性及社會經濟性，都可能成爲農業增產之阻力。雖然年中的氣候適於不同作物的栽培，但下述環境變化就可以影響其生產力：(1)降雨之時間、雨季之長短及下雨之密度；(2)未能預測的乾旱期間、洪水期間及其他環境條件之忽然變化，(3)夏天土壤溫度及水溫之驟然增高，對作物之生長有不良的影響；(4)在溫度高的亞熱帶地區，常因陰天多光照不足，而降低作物之光合作用效率。與土壤有關的作物生長障礙有(1)土壤之脆弱性及沖刷性；(2)有機物之快速分解；(3)土壤酸度之提高；(4)在集約栽培下之土壤養分之缺失，及有害物質之累積等。

水稻生態特性及功能

水稻是好水及耐熱之作物，它在潮濕而酷熱的環境下提供我們豐富的高熱能糧食，沒有它，我們在熱帶及亞熱帶地區要取得糧食可能沒有那麼方便。水稻在低窪的沼澤地也可以生長，在泰國眉公河地區，印尼的沼澤地及非洲甘比亞的深水地，也照樣可以生長而成爲深水稻(deep water rice)。深水稻之稻稈可隨水深之深淺而伸長或縮短，成爲非常獨特的生長，因爲乾旱時期水之來源完全靠雨水，所以通常稱爲看天稻或旱稻。稻也能在土壤環境不良之下(如沙烏地阿拉伯之鹽分地)生長。水稻能在烈日下或在樹蔭下生長，因爲其適應性很廣，所以能在世界各地栽培。水稻的栽培除可以解決糧食問題外，對環境景觀有附帶性之價值。在水稻之生育期間，田間成爲綠意盎然之景觀，在成熟期則現出詩情畫意的鄉村風光。稻之生育期間更爲我們淨化了污濁的空氣，提供清新的氧氣。一些污濁的水或病蟲叢生的土壤經過栽培水稻之後都會隨之淨化，而它的栽培方法非常簡單而容易不一定要使用化學肥料和化學農藥即可栽培，所以我們必須加强研究發展水稻，以確保我們的糧食並淨化我們的環境。

稻田用水之管理對環境之影響

水稻之一生自插秧至收穫期間需要充分的水方能生長。水太多成為淹水狀態時對稻之生長會有不良的影響，因此稻田之灌溉排水之調節成為非常重要。灌溉水質不良時所生產的稻米之品質大為降低。灌溉水中若有重金屬的污染，所生產的稻米有害於人之健康，所以不能食用。如何避免使用有污染的灌溉水顯得特別重要。

台灣由於工業發達及養豬業之興隆所排放的水常含有重金屬及其他污染物質。若把此種水引入稻田，稻田將全部被污染，被土壤所吸收的重金屬就無法去除，該田就不能再種植糧食作物。例如桃園縣觀音鄉大譚村之稻田被鎘(cd)污染後就成了廢地。彰化縣之花壇鄉也有相同的經驗。

為避免上述之情形發生，台灣省在67年 7 月公告「台灣省灌溉用水水質標準」規定廢水必經處理後達到一定標準才能放流(表1)。因為台灣地區水資源分配不均與灌排水系統之管理未盡理想，致使廢污水常被取用作為灌溉用水。就算是廢污水符合放流水標準其與灌溉專用的水質標準仍有很大距離。

表 1　台灣省灌溉用水水質標準之重金屬限值

重金屬項目	限值 (ppm)	重金屬項目	限值 (ppm)
As	1.0	Hg	0.0005
Cd	0.01	Ni	0.5
Cr	0.1	Pb	0.1
Cu	0.2	Zn	2.0

(引用自吳文娟，1992)

氣象對稻田用水之影響

風、雨、氣溫等氣候因子中對稻田用水影響最大者為雨量。在雨季所下降的水流入水庫或流失在海中或滲透在土中。在水庫中之水可在稻生長期中使用，若庫存之水用完則轉抽地下水使用。若長久不下雨則無法栽培水稻。

近年來由於工業發達，工場之廢氣所造成空氣污染物可隨空中之降雨而成為酸雨。酸雨不但直接影響水稻之生育及土壤之污染，且也會影響水庫之水質。台灣也發生過酸雨的問題，但目前情形不嚴重。

氣候對稻田用水有如上述大的影響，而稻田用水之管理對氣象也會有影響，但其影響不如前者那麼大，兩者其實互為影響的。水稻生長初期都是在湛水狀態中成長，中後期也要時常灌水以補充水分，所以在面積廣闊的水田上面有大量的水氣蒸發或蒸散到空氣中，對空氣濕度和溫度都有調節作用，因而大量栽培水稻可以避免乾風和酷熱，又可防止沙塵到處飛揚

而影響作物生長或人類生活環境。強風的時候稻田乾燥者稻株將嚴重受損，如果適當灌水即可減少風害。

稻田灌排水對生育、產量及品質之影響

根據行政院環保署(1991)之觀察台灣21條河川中嚴重污染者達11.3%，26條次要河川中嚴重污染者有7.6%。還好有60-71%之河水未(稍)受到污染。如何引用未受污染的河水作爲稻田灌溉之用顯得非常重要。

目前政府正在推動生產良質米中，在農林廳主導下已規劃了良質米的適栽區。灌溉水無污染之河域就被規劃爲良質米適栽區。在此區所生產的稻米經化驗證明無污染成分加上食味良好之證明後即可製成有國家標準的CAS 牌稻米上市。此種制度到目前爲止運作情形良好。良質米之生產除選擇良好品種外，需在無污染的河水之引用下栽培，由此可知灌溉水對稻米品質影響之大。

稻生育期間灌排水之方法適當與否對水稻之生育之良否、產量之高低及米的品質之影響也非常之大。水稻需水量因生長時期不同而有很大差別，所以必須依其需要供應水分，才不會浪費灌溉水，又可獲得最適當之生育、產量與品質。通常生育初期多數保持湛水狀態以便獲得最佳生長和分蘗數。到分蘗盛期之後就應開始排水晒田以抑制無效分蘗，同時促進根部往下層生長以及土壤之風化作用。到幼穗期則應灌水同時施肥，孕穗期則酌量控制水分，到抽穗開花期又應充分供應水分，齊穗期以後土壤保持濕潤，這樣稻株就會較爲強壯，倒伏機會較少，產量和品質都會較高。

稻田灌溉方法對水資源之影響

稻田灌溉法可分爲連續灌溉及輪流灌溉(斷續灌溉)二種。連續灌溉者乃自挿秧以後繼續不斷地灌水，自田坵之一邊灌入而從另一端放出，一直到稻成熟期爲止。此種方法水資源之浪費最大。在枯水期，水源不足時此種灌排水法會加速用盡水源極爲浪費。斷續排水法乃配合稻生理之需要調節灌水之時期及深度。稻在挿秧後兩週，稻田水面溝深但以後應保持五公分左右之淺水灌溉。在分蘗期應停止灌水，使稻田保持乾濕之狀態，如此而可促進分蘗數。到開花期再灌水，以提供開花所需要的水，即所謂「花水」。稻米結實期則保持土壤濕潤程度之水分即可。成熟期則完全斷水有利於米粒之成熟及收穫工作。遵守此種原則栽培水稻即可節省寶貴的水資源。

輪流灌溉者乃將有限的水源，分區輪流灌溉至某一區稻田而非爲全面式的灌溉。台灣南部的嘉南平原，經常實行輪流灌溉制度，成功地把有限的水按照稻生理所需時期分區輪流灌溉至特定稻田獲得非常良好的效果。

在水源極少的沙烏地阿拉伯及非洲國家，需利用耐旱性强的旱稻栽培外，有時也利用極省水的滴灌式灌溉方式種植作物。在工業用水、養殖用水及農業用水彼此競爭之情形下，在乾旱季節實施輪流灌溉爲良好的策略。

稻田輪作對生態系之影響

台灣因爲食米之消費量減少，而稻米生產量之反而增加，在食米無法打開國際市場之情形下，政府推行稻田之轉作已有多年。推行稻田輪作之政策移在農田上所生長作物由單一栽培(monoculture) 水稻轉爲玉米、高粱、花生、蔬菜、果樹及花卉等之多樣化生產(polyculture)型態。由於此種轉變，鄉村之生態發生了很大的改變。

其影響第一爲消費大量水資源之稻栽培轉變爲需水量較少的雜糧及園藝作物，因此用水量可以大爲節省。第二爲因爲作物種類增加而農村景觀大爲改變。第三爲以水稻爲主的耕作制度變爲以多種作物爲主之輪作制度。第四爲由於實際輪作制度土壤生態系也大爲改變。

1.稻田輪作(輪作)之土壤肥力之改進

彭武男氏等(1992)在以水稻、花生、玉米及高粱爲主的輪作制度連續五年的研究中得知，稻連作後五年之有機質含量增加0.37％，水稻與花生輪作者增加爲0.43％，玉米與水稻輪作者增加爲0.70 ％，土壤有機質之含量隨輪作而增加之情形甚爲明顯。

2.輪作對稻田病蟲害生態之改變

根據李文輝氏(1991)，水稻→水稻連作之下稻紋枯病之罹病率爲78％，但在大豆→水稻→玉米之輪作下，其發病率可減爲17％。又根據台中場1987－1990年間之試驗結果表示，在水稻－水稻連作下一期作之二化螟之發生率爲4.2%，但玉米與水稻輪作後則其發生率爲 0 。

表 2　不同輪作之水稻紋枯病害之罹病率

輪作制度	期作別	紋枯病	
		罹病程度	罹病率％
水稻－水稻	1989二期作	＊＊＊＊	78
大豆－水稻－玉米	1989二期作	＊＊	17

(引用自李文輝，1991)

3. 稻田轉作其他作物，除對地下水資源之涵養有影響外，農業地區之氣象可能也會有很大的改變，如氣溫變化較快，空氣較爲乾燥，飛塵量也可能大幅增加。

推行水稻之有機栽培以維護稻田之生態

如前所述，現代稻之栽培注重於化學肥料及化學農藥之使用，顯然因此而提高了產量，但對環境的污染之衝擊也很大。爲解決生產與生態維持兩全其美的理想，稻之有機栽培法應予推行。所謂有機栽培乃以使用堆肥而不施用(或施極少量)化學肥料及化學農藥來生產水稻的方法。根據台中農改場謝慶芳(1992)之研究，有機水稻之產量在實施初期較慣行化肥使用

農法稍低，但若連續多年繼續大量施用堆肥時其產量與化肥施用已毫無差別，筆者在日本所看到有機米之生產情形亦如此。

根據謝慶芳(1992)訪問日本長野縣自然農法栽培農家中村雄一氏之經驗談，實施有機農法之水稻完全不會產生稻飛蝨及浮塵子等蟲害，但可看到少數的螟蟲爲害。如此不必噴農藥可維護稻田之生態。又根據謝慶芳(1992)之研究，採行有機栽培之稻田土壤有機質磷、鉀都有增加(表 3)，稻米之磷鉀含量也較高(表 4)。

表 3 實行有機栽培試驗兩年之稻田土壤分析結果

處理	pH	EC mmhos /cm	有機質 %	有效磷 ppm	交換性陽離子 鈣	鎂	鈉	鉀	可萃取性微量元素 鐵	錳	鋅	銅
					-------ppm-------				------ppm------			
慣行農法	7.7	0.38	1.89	69	1997	199	65	39	739	123	10	7.5
折中農法	7.7	0.44	2.19	44	1964	215	85	34	568	112	10	8.1
豬糞堆肥	7.8	0.37	2.18	94	1861	212	76	58	616	94	13	8.8
雞糞堆肥	7.8	0.38	1.99	00	1726	185	69	72	641	118	16	7.7

(引用自謝慶芳，1992)

表 4 臺中189號糙米之分析結果

處理	氮	磷	鉀	鈣	鎂	鈉	鐵	錳	鋅	銅
	---------------%---------------						--------ppm---------			
慣行農法	0.84	0.13	0.28	0.025	0.096	0.11	13	26	14	3.8
折中農法	0.92	0.23	0.31	0.022	0.100	0.10	13	26	14	3.8
豬糞堆肥	0.85	0.18	0.31	0.025	0.099	0.11	12	27	17	3.3
雞糞堆肥	0.93	0.21	0.31	0.023	0.096	0.11	15	28	12	2.9

(引用自謝慶芳，1992)

由此可知稻之有機栽培，可減少病蟲害，稻米之品質也因而提高，同時也可以兼顧生產及稻田生態之維護，因此應予大力推行。

結 論

現代的稻米生產依靠施用昂貴的無機化學肥料及化學合成農藥。這種生產方式促進了生產力，但是由於大量的生產，常常導致生產過剩，價格低落，反而影響農家的收益。此種作

物之集約栽培方式，也常常加速了土壤之沖刷及地上、地下水之污染。如此下去農業之延續就成了問題。

由於此種問題愈來愈受世人之關心，所以人們感到需要一種不依靠化學肥料、農藥及能源需少的農業生產體系。在這種永續性農業生產體系下，生產成本就可減少，產量也可以保持穩定，因此可以提高收益。另一方面可以減少發生環境生態之衝擊問題。一些農場採用需高投入的集約栽培體制，結果發生更多的病蟲害，更多的雜草及其他不良影響。因此當我們急需實行永續性農法，一方面可以增加作物的產量，另一方面可以維護自然生態，而對環境不會構成很大的污染問題。永續性農業之實施，必須不傷害自然生態環境，同時在經濟上合算之前提下才能實行。在亞熱帶地區實施永續性農業時，所面對最大的困難是：如何在不施化學農藥爲前提下之自然方法，來控制田間病蟲害問題。關於此點尙待研究。

總而言之，水稻是一種非常野性而强健之農作物，它的栽培不一定要使用化學肥料和化學農藥，只要使用一些簡單之有機質和自然農藥即可栽培成功，所以它是熱帶和亞熱帶地區最好的自然食品來源。由於它淨化空氣、土壤和水質之能力都强，其栽培又有調節氣候、美化鄉間環境之良好功能，我們應該重視它，並朝著這些方向加强研究發展，使它繼續發揚光大起來。

參考文獻

孫明賢 1991 從維護自然生態談到有機農業之推展。自然農法創刊號20－25頁 國際美育自然生態基金會出版

李文輝 1991 耕作制度影響土壤肥力及作物產量之研究。輪作制度對土壤肥力及作物之影響研討會論文專集95-110頁 中華土壤肥料學會編印

行政院環保署 1991 水質保護問題策略

吳文娟 1992 台灣地區農田土壤污染與引灌水問題之探討。 農業資材對環境之影響研討會論文集 219－231頁 中華生質能源學會出版

彭武男、邱發祥、戴 堯、黃義雄、林文龍1992 水稻旱作輪作制度與土壤理化性、病蟲害發生及作物生產力之關係。水稻旱作輪作制度與土壤理化性、病蟲害發生及作物生產力之關係試驗報告 20－39頁 台南區農改場編印

謝森展 1992 永續農業與環境保護必須齊頭並進。自然農法第7期1－2頁 國際美育自然基金會出版

謝森展 1992 經濟發展需要建立環境保護共識。自然農法第8期 1-2頁 國際美育自然基金會出版

謝順景 1992 自然農法之理念及其在亞熱帶地區之實行方法(英文) 自然農法 第8期 34-44頁 國際美育自然生態基金會出版

謝順景 1992 從耕作制度之改進推展永續性農業。中華民國農學團體81年聯合年會中心議題討論主題－因應時代趨勢推展永續性農業 2-13頁

謝慶芳 1992 水稻有機栽培法 81年度有機農業栽培訓練講義 1－6頁 台中區農改場編印

Effect of Rice Field Ecology on the Environmental Preservation

Shen-chan Hsieh

Abstract

Modern farmers depend on expensive chemical fertilizers and chemical pesticides to grow rice which resulted in soil and water polutions. The ways of coping with this problem was discussed with regards to te following respects:(1) Global environmental and ecological changes caused by agricultural and industrial activities; (2) The problems encounterd in the course of rice production insubtropics; (3)The ecology of rice and its function; (4) Effects of water management on the ecology of rice field; (5) The meteorological effects on irrigation water in the rice field; (6) Effects of irrigation and drainage on the growth of rice plant and yield and also rice grain quality ; (7) Effects of irrigation methods on water resource preservation; and (8) Effects of crop rotation on the ecological system. In order to reduce the environmental impact due to the conventional farming practice, organic culture of rice by using organic manure and integrated pest management (IPM) was stressed.

臺灣水稻品種改良之成就與展望

林　富　雄
台灣省高雄區農業改良場

一、前　　言

水稻爲臺灣最重要糧食作物，爲了安定軍需民食，政府一向非常重視水稻之生產事業，在臺灣作物栽培歷史中，水稻始終居於最重要地位，而且栽培歷史悠久。水稻在臺灣有文獻記載約在17世紀左右，後來經過荷人、大陸遷臺漢人及日本人有系統之改良，逐漸才有今日之發展(14)。臺灣水稻的品種概可分爲早期原住民所種植之臺灣原種，漢人從閩粵移民後攜入之秈型品種後稱臺灣在來稻，以及經日本據臺以後改良之梗型臺灣蓬萊稻，這三種稻種在臺灣水稻發展史上留下不可磨滅的痕跡。

臺灣水稻的栽培面積有統計資料以來，在來稻面積在1907年有40 萬 1千公頃之多，這個面積一直維持到1924年才因蓬萊稻試種成功後大面積推廣而逐漸減少。由於日本人及本省消費者偏好蓬萊米之食味，蓬萊稻之栽培面積自1922年日本人種植成功後即逐年上升並在1953年超越在來稻的栽培面積，而於1977年達到66萬 7千多公頃的高峰，隨後因稻米消費量逐年下降，政府遂於1984年開始推動稻田轉作措施，到1994年蓬萊稻栽培面積僅有31萬 9千公頃左右，在同時期秈稻的面積降到2萬6千餘公頃，各佔稻作總栽培面積的92.4％及7.6％(圖1，2)(2)。

臺灣水稻品種改良之成就一直頗受肯定，1907年每公頃在來稻之平均糙米產量約1.4公噸，但到1994年已達4.8公噸左右（圖 1）。而蓬萊稻在1922年推廣初期，每公頃之糙米平均產量約在 2萬公噸左右，到1994年亦達4.5公噸（圖2）。雖然產量的增加包括了品種的改良、栽培技術的改進及其他增產措施的配合，但優良品種之育成及推廣，佔了重要的貢獻。本文僅就日據時期及光復後本省育種之成績做一整理以供參考。

二、臺灣水稻育種歷史之回顧及其成就

1. 蓬萊稻品種改良之回顧

臺灣栽培之蓬萊稻係日本人爲區別臺灣自日本引進之日本型稻與日本本土的日本型稻而稱呼的梗型水稻。1926年5月5日日本人在臺北鐵路旅館召開日本米谷會第19次大會，當時磯永吉博士提出以「蓬萊米、新高米、新台米」來稱呼臺灣種植的日本引進稻所生產的米，當時臺灣總督伊澤多喜男氏選定以「蓬萊米」稱呼之，其後在臺灣種植之梗稻就被稱爲蓬萊稻(24)。

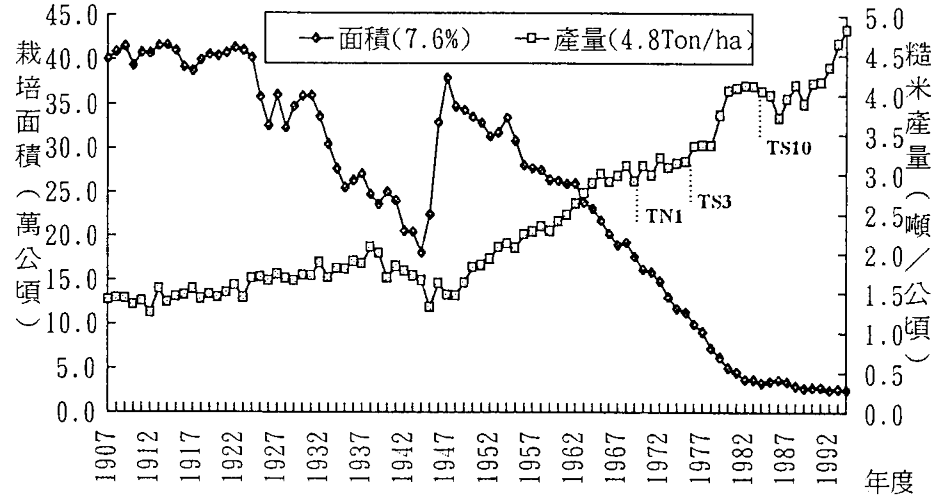


圖1. 歷年秈稻栽培面積及平均糙米產量

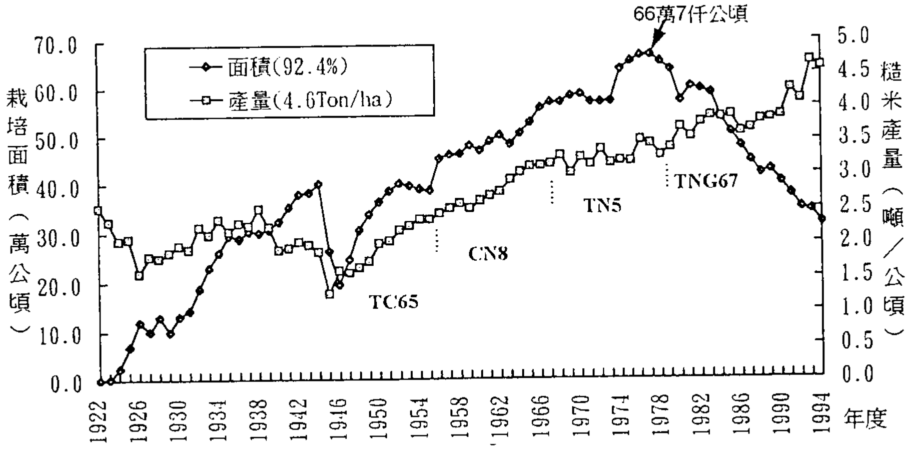


圖1. 歷年稉稻栽培面積及平均糙米產量

蓬萊稻能夠在臺灣栽培且重要性勝過臺灣在來稻，日據時期日本稻米專家有系統之改良功不可沒，其改良過程經歷了引種、純系選種及雜交育種三個階段。

蓬萊稻之引種始於1899年，農試所前身臺北農事試驗支場首先自九州引入神力、都、江戶、中村、穗增、斤著、三石、白玉、今長者及竹成等10個品種，翌年由鹿兒島引進金玉、白藤、竹成撰及自福岡縣引進佐賀萬作及白道海等品種加以馴化，由於日本緯度較高初期引進之日本稻在臺灣亞熱帶氣候下表現了植株矮小、提早開花、穗小及產量低等特性，雖然如

此，日本人並未放棄試種，仍持續不斷改良其栽培方式，一直到1919-1922年間臺北帝大試驗場利用幼秧苗即 1期作約30日，2期作約17日種植而克服了上述缺點，開始奠定了臺灣蓬萊稻的栽培制度。日本人在1903～1925年曾引進日本稻752品種，其中選出第1期作用97品種，第2期作用44品種，而這些品種中以中村種最爲普遍。但1926年稻熱病大發生使中村種之推廣受到威脅，因此1926 ～1930年間選定耐稻熱病品種爲最主要工作，此期間另外引進697個品種，選擇了130種，其中推廣最多的品種有中村、竹成、佐賀萬作、愛國、旭、龜尾、朝鮮白藤、京都旭、磐田朝日、三井、臺北68號、臺中特 1號、台中特 2號、台中特6號、嘉義晚1號、嘉義晚2號等十幾種耐病性較好的品種供農民種植，這種工作持續在1931～1943年間進行，這段期間，上期選出之嘉義晚2號種植面積急速增加，其品質、收量與日本米接近，但較耐稻熱病。除嘉義晚2號外，還有中村、佐賀萬作、旭、愛國、龜尾、臺中特1號、臺中特2號、臺中26號、臺中65號、旭川、三井被栽培(24)。

2.蓬萊稻雜交育種之實績

光復前之改良：自1922年日本人確定蓬萊稻在臺灣的栽培制度後即積極進行品種改良工作。1930年以前就已在臺中進行雜交育種工作，由當時農試所臺中農試支所與臺中農林總場合作辦理，其他場所也開始有少量之雜交育種工作。1934年雜交組合數達到5223組合，已形成豐富之品種改良後代群(24)。雜交育種初期即以抗病性、多收量及適合日本人口味品質爲目標。這一段時期育成品種以1936年命名之臺中65號最具代表性。其高收量、適應性廣及優良品質使其成爲1959年以前臺灣栽培面積最廣之品種。由於各場所積極進行品種改良工作，日據時期在臺灣育成的水稻品種計有下列90種（表 1）。

(1)臺北5、6、7、8、9、10、177、301號等8品種。

(2)新竹4號，新竹愛國1、2、4號，新竹旭 1號，新竹糯2、3號等7品種。

(3)臺中 6、11、26、27、36、52、54、61、62、64、65、78、111、114、116、117、121、122、143、144、145、150號，臺中特 1號、特 2號，台中糯35號、糯46號、糯47號等27品種。

(4)嘉南 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13，台南三井1號，嘉義晚2號等15品種。

(5)高雄3、5、6、7、8、9、10、11、12、18號等10品種。

(6)臺農 2、3、4、5、9、15、16、18、21、22、37、38、39、40、41、42、43、44、45，台農糯1、2、3、4號等23品種。

上述品種在光復前之1943年估計種植面積爲350,070公頃,佔當時水稻總栽培面積610,050公頃之57.4%。

1945年臺灣光復以後：品種改良工作在各試驗場所積極努力下，品種育成數目更超過了101品種(表1)(1)。其中光復1號爲民國38年臺灣光復後由臺灣省農業試驗所育成之第一個具有稻熱病抵抗性品種。但推廣後不久卻受稻熱病肆虐而由臺中區農業改良場育成之光復 401 號取代，這兩個品種雖在光復後命名，但大部分的後代選育工作卻在日據時期完成。光復後抗稻熱病品種推廣較爲成功的是嘉農242號，由臺灣省農業試驗所嘉義分所自嘉農育65號/嘉農育123號之後代選出，並於1957年登記命名推廣。由資料顯示該品種爲光復後自行雜交選育出

來而最先推廣成功的品種[8]。

表1. 各試驗場所1922～1945年、1946～1987年及1988～1995年育成之水稻品種數

年代	品種名稱		
	稉稻	秈稻	陸稻
1922 | 1945	台農2、3、4、5、9、15、16、18、21、22、37、38、39、40、41、42、43、44、45號 台農糯1、2、3、4號 台北5、6、7、8、9、10、177、301號 新竹4號 新竹愛國1、2、4號 新竹旭1號 新竹糯2、3號 台中6、11、26、27、36、52、54、61、62、64、65、78、111、114、116、117、121、122、143、144、145、150號 台中特1、2號 台中糯35、46、47號 嘉南1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13號 台南三井1號 高雄3、5、6、7、8、9、10、11、12、18號	新竹鵝卵1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13號 高雄柳占1號 高雄青果占1、2號 高雄朮變1號 高雄選3、9、15號 高雄烏粒 高雄大朮1、2號 高雄白殼埔占 高雄白殼清油	
1946 | 1987	台農60、61、62、67、68、69、70、72號 台農選3號 光復1、401號 轟早生、豐錦 嘉農242號 台北73、74、111、139、305、306、307、308、309、310、311號 新竹24、50、51、52、53、54、855、56、57、58、59、60、61、62、63、64號 新竹糯4號 台中170、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、184、186、187、188、189、190號 台中糯70號 台南1、2、3、4、5、6、7、9號 高雄22、24、25、27、41、42、44、45、53、64、68、116、117、122、135、136、137、138、139、140、141、142號 高雄選1號 台東1、16、24、25、26、27、28、29號 花蓮5、17、18號	台農秈12、14、18、19、20號 台農秈糯2號 台中在來1號 台中秈2、3、5、10、16、17號 台中秈糯1號 嘉農秈6、11號 嘉農秈選8號 台南秈15號 高雄秈2、7號	台農選1、2號 南陸1、2號 東陸1、2、3號
1988 | 1995	台稉1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13號 台稉糯1、3、5號	台秈糯2號	

臺中65號爲1959年以前本省栽培面積最廣之品種(表2)，其親本爲龜治/神力，於1936年育成，在這期間嘉南8號栽培面積已躍居第二位，第三位爲臺中150號及高雄27號。1959～1966年嘉南8號取代臺中65號而成爲栽培面積最廣之品種,該品種係由日本人以臺中65號/南育183號雜交而於1941年登記命名推廣。最高時的栽培面積爲1965年之14萬2仟公頃，佔當時全部稻作面積的18%。這一段期間栽培面積順位排在第二位的品種爲臺中65號、臺南1號，而臺中155號、高雄24號、嘉農 242號、臺中65號及新竹56號則進入栽培面積的第三位。1965年，臺南區農業改良場命名推廣的臺南 5號具有產量高而穩定、米質優良及推廣初期對稻熱病具抵抗性，因此在1967年～1978年約10年間，臺南5號成爲本省栽培面積最廣的品種，其親本爲高雄18號/嘉南 8號。新竹56號、高雄選1號、臺南6號、臺農67號進入栽培面積的第二順位。而第三順位的品種有臺南1號、新竹56號、嘉南8號、高雄選 1號、臺南6號。1979年以後，另一個優良品種臺農67號取代了臺南5號，而成爲迄1995年止全省栽培面積最廣的品種，最高時的面積曾佔蓬萊稻總栽培面積的75.4%，其親本爲臺農61號/臺中 187號//臺農61號。由於該品種具強桿耐倒伏，適合機械收穫等特性，雖然推廣初期因不具稻熱病抵抗性及米粒腹白及心白較多而不順利，但因其豐產及不倒伏之特性,仍受當時機械化栽培稻農之歡迎,而使其面積仍佔最大(15)。這段期間，臺南5號、新竹64號、臺農64號、臺農70號、臺梗2號、臺梗8號、高雄選1號、高雄141號、臺中189號、臺南9號等均曾進入栽培面積的第2、3順位（表2）。

表2. 1953～1994年梗稻栽培面積前三名品種

年 代	順 位		
	1	2	3
1953～1958年	台中65號	嘉南8號	台中150號 高雄27號
1959～1966年	嘉南8號	台中65號 台南1號	台中155號 高雄24號 嘉農242號 台中65號 新竹56號
1967～1978年	台南5號	嘉南8號 新竹56號 高雄選1號 台南6號 台農67號	台南1號 新竹56號 嘉南8號 高雄選1號 台南6號
1979～1994年	台農67號	台南5號 新竹64號 台農70號 台梗2號 台梗8號	高雄選1號 高雄141號 台中189號 新竹64號 台南9號 台農70號 台梗8號 台梗2號

1986年，本省水稻育種制度有大幅度的修改並成立育種小組。育種小組成立初期各場所已完成命名所需之試驗資料之材料仍以各機關原有命名制度予以登記命名。該期間育成之品種計有臺農70號，臺農72號，臺南9號、臺中190號及高雄142號，而育種小組成立後雜交或統一選育之材料，命名時以「臺梗」冠在品種號碼前，與過去以育成場所爲品種名稱之登記制度不同。台梗品種計有臺梗1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13號及臺梗糯1、3、5號等（表1）。目前這些品種均在推廣之中，栽培面積亦逐漸擴大。歷年來本省各試驗場所育成之品種數收錄在臺灣稻作品種圖誌者計有149個品種，其中栽培面積超過5萬公頃的品種計有臺農67號、嘉農242號、臺農70號、臺北177、309號、新竹56、65號及新竹糯4號、臺中65、150、178、186、189號、臺中糯46號、嘉南28號、臺南1、3、5、6、9號、臺梗2、8號、高雄10、18、22、24、27、53、64、137、139、140、141、142號、高雄選1號、臺梗5號、臺東27號等42種，由以上資料顯示臺灣蓬萊稻之育種有足以傲人的成績。

3. 早期臺灣在來稻之改良：

臺灣在來稻品種多由明鄭時期跟隨粵閩移民而帶進臺灣栽培者。這些品種一般平均株高較高、品質不佳、產量不高。日據時期日人對臺灣在來稻之改良並不熱衷，可能是由於品質不符日人消費習慣而予以忽略。日人對臺灣在來稻之品種改良主要工作爲限定栽培品種，去除異品種及紅米，這個工作始於1906年之品種整理，並於1910～1913年，以四年爲一期，逐步限定栽培品種及去除異品種與紅米，該項工作持續在1915年進行第二循環之純系選拔工作，使異品種及紅米得以大部分去除，而使產量增加。1920年以後仍以混合選種方式進行原種之選拔。由上述作法可知日本人對臺灣在來稻之改良並不像蓬萊稻改良工作那麼積極且有系統的進行。雖然日據時期曾由代表品種175種選出40種實施人工雜交共得780組合[24]，以及進行日本種與在來種之交配[24]，但均因無優良後代系統或因不稔性而放棄，因此日本人對臺灣在來稻改良之貢獻不若蓬萊稻。

光復後臺灣省農業試驗所鑑於臺灣在來稻品種多且雜，以及有第1期作及第2期作栽培品種選用的問題[11]，1951～1952年開始著手詳細調查141個在來稻品種，並以2期性品種屬敏感的短日照品種，1期作品種爲日長鈍感品種區分，結果選出39種爲2期作品種，1期作品種則有102種。由調查結果最適宜於1期作栽培者有白殼、密粒清油、高腳柳州、低腳柳州、白葉、烏尖、白殼舊、烏殼、紅米舊、青心仔等10種，適合2期作者有菊仔、敏黨、格仔、白殼格仔、赤殼舊、宜蘭種、宜蘭會胎麴、水浸種、白殼花螺等10種。而適合1、2期作者有白葉、高腳烏占、白殼、白殼軟枝、紅仁仔、烏毛種、菊仔等。這是對臺灣在來稻比較有系統的調查以及推薦適合第1、或第2期作或適合1、2兩期作品種，使栽培在來稻時可選擇適當品種栽培[11]。

4. 在來稻（秈稻）雜交育種之實績：

因爲政策上長期重視蓬萊稻之改良，過去對秈稻之改良給予較少之注意，1949年臺中區農業改良場做了5個臺灣在來稻的雜交組合，其中從低腳烏尖與菜園種雜交組合中於民國42年第1期作選出豐產、耐肥又抗稻熱病之品系並於民國46年正式命名爲臺中在來1號[4]。該品種不但在國內栽培面積1960～1976年佔全部秈稻面積之第一位，在國外如印度、美國也有很大栽培面積，後來菲律賓國際稻米研究所利用低腳烏尖與peta雜交而選出IR 8，俗稱奇蹟米

品種，隨後並有綠色革命之稱。臺中在來 1號在世界稻米改良上實扮演了重要角色。1960 年以後農復會（農委會前身）補助新竹、臺中、臺南及高雄等場進行臺中在來 1號之產量試驗爲秈稻改良之先驅。此後臺灣秈稻之改良工作由臺灣省農業試驗所、農試所嘉義分所、臺中場、臺南場及高雄場辦理。1973年農業試驗所嘉義分所育成嘉農秈6號及嘉農秈選8號，另有嘉農秈11號、臺農秈12號、臺農秈14號、臺農秈18號、臺農秈19號、臺農秈20號(香米)、臺農秈糯 2號；臺中秈2號、臺中秈3號、臺中秈5號、臺中秈10號、臺中秈16號、17號及臺中秈糯1號；臺南秈15 號；高雄秈2號及高雄秈7號，臺秈糯 2號等20個秈稻品種先後被育成[5, 9]。這些育成品種推廣後臺中在來1號在1970～1976年成爲本省秈稻栽培面積最廣品種，而這段期間臺中秈 2號爲第二位，新竹矮腳尖及嘉農秈11號爲第三位。1977～1983年臺中秈3號取代臺中在來1號成爲栽培面積最廣之秈稻品種。臺中在來1號、臺中秈10號居第二位。臺中秈3號、新竹矮腳尖、高雄秈7號則爲第三位。1984～1994年臺中秈10號品種因米質優良、豐產等特性而成爲本省栽培面積最廣之秈稻品種，其米質甚受消費者之喜愛，目前尙無更好之秈稻品種可以取代。在這段期間臺中秈3號、高雄秈7號、臺中在來1號、臺秈1號、臺中秈17號等之栽培面積退居第二或第三位。由以上結果知，臺灣秈稻改良起步比蓬萊稻較晚，育成之品種數也比蓬萊稻少了許多。所有育成品種中，臺中在來 1號、臺中秈3號、臺中秈10號、高雄秈7號等受農民喜愛之栽培期間較爲長久，推廣上較爲成功（表3）。

表3. 1970～1994年優良秈稻栽培品種

年　代	順　位		
	1	2	3
1970～1976年	台中在來1號	台中秈2號	新竹矮腳尖 嘉農秈11號
1977～1983年	台中秈3號	台中在來1號 台中秈10號	台中秈2號 新竹矮腳尖 高雄秈7號 台中在來1號
1984～1994年	台中秈10號	台中秈3號 高雄秈7號 台中在來1號	高雄秈7號 台中秈3號 台中在來1號 台中秈17號 台秈1號

5.抗病育種

臺灣位於亞熱帶，氣候高溫多濕，適合各種病原菌之生長，作物經常遭受病蟲危害。目

前危害臺灣水稻之重要病害有稻熱病、紋枯病、白葉枯病、黃葉病、黃萎病及其他病害等。稻熱病在本省水稻栽培上一直最受注意，危害也最大。但近年來白葉枯病之危害有趨於嚴重之勢，目前本省抗病育種工作多以稻熱病及白葉枯病較受注意，紋枯病則因抗病親本難尋而僅做檢定工作。

(1)**抗稻熱病育種**：1926年日本引進品種中村種被推薦後發生稻熱病危害，而使蓬萊稻之育種開始重視稻熱病抵抗性，當時育種尙無固定病圃可供檢定，通常以調查實地之罹病率，逐年漸次選擇比較耐病的品種以供推廣。光復後本省計畫推動抗稻熱病育種，開始是在1950年，但延至1956年起才在壯圍、東勢、嘉義、萬巒及關山等五處設置稻熱病統一病圃檢定後代材料。1982年因稻作育種規模縮小，僅餘嘉義及關山兩病圃。

本省第一個抗稻熱病品種爲光復1號,1949年推廣後不久因生理小種之發生而失去抗病性，迅即被光復401號取代,顯示抗病品種有抗病基因控制問題[18,21]。臺灣省農業試驗所曾分析本省抗稻熱病品種之抗病性，發現稻熱病抵抗性由四種不同基因控制，即Pi4、Pi13、Pi22及Pi25等。臺灣育成之抗稻熱病品種殊少具水平抵抗性者，多爲直式抵抗性，過去育成之品種光復1號、光復401號、臺中184號、臺中186號、臺南6號及臺東29號等之抗病親本多源自荔枝紅。荔枝紅具有Pi-k抗稻熱病基因並有3-4個相對基因可交替，因此過去育成之抗病品種所帶之抗病基因可能是Pi-k相對基因的輪流交替，故短時期內常常失去其抗病性。

除荔枝紅抗病親本外，嘉農242號之抗病親本爲Nc4、臺農62號之抗病親本爲源自中國大陸而由美國引進臺灣之CI5309。1980年以後所用之抗病親本較爲廣泛，臺農68號之抗病親本爲ASD-7，臺農69號爲Oryzae rufipogon與CI 5309，臺農70號爲Mudgo與CI5309，最近育成之臺梗9號爲IR5470，臺梗13號爲C46-15。農試所1983年以後更建議利用新抗源品種（系）如Tetep、Carreon、Tadukan、Dular、IRAT13、IR1905-81-3-1、IR3259-995-160-1、IR3259-95-160-3、IR3259-8 -172-5、IR4227-18-3-2、IR4547-5-3-6及IR4547-9855-1等做爲抗病親本[22]，以擴大抗病基因來源，後三者對褐飛蝨並具有抵抗性。

表4說明1984～1994年本省觀察及高級試驗水稻品系稻熱病檢定呈抗級之比率，無論秈稻或梗稻，抗病品系之比率均呈50～90％之間，顯示本省育種材料在選拔過程中均重視稻熱病之抵抗性[3]。表5則爲新育成之臺梗號品種對葉及穗頸稻熱病之抵抗性。對葉稻熱病抵抗之品種有臺梗1號、2號、3號、5號、7號、8號、10號、11號、12號及13號。顯示多數新育成品種對稻熱病均具有中抗以上之抵抗性。

表4. 1984年～1994年本省觀察及高級試驗品系稻熱病檢定結果呈抗級比率

期作		稻熱病抗級比率(%)	
		梗稻	秈稻
第1期作	觀察品系	46.0～79.3	80.3～94.1
	高級品系	51.1～75.4	69.6～96.0
第2期作	觀察品系	57.5～92.0	81.7～100
	高級品系	52.6～81.1	53.0～96.8

表5. 主要栽培品種對稻熱病之抵抗性

品　種	葉稻熱病	穗稻熱病
台農67號	S-HS	S-HS
台稉 1號	MR-R	S-HS
台稉 2號	MR	MR
台稉 3號	MR	MR
台稉 4號	S-MR	S-MR
台稉 5號	MR	HS-MR
台稉 6號	MS-MR	MS-MR
台稉 7號	R	R
台稉 8號	R	R
台稉 9號	MS-MR	HS-R
台稉10號	MR-R	MR-R
台稉11號	R	MR-R
台稉12號	MR-R	MR-R
台稉13號	R	R

(2).**白葉枯病**：水稻白葉枯病是細菌性病害，通常發生在水稻生育中、後期，尤以第2期作遇颱風後爲甚。過去以秈稻爲較易感染白葉枯病，但最近幾年來，稉稻之白葉枯病危害有逐漸增加之趨勢。由表3知從1986年～1994年間，本省白葉枯病發生面積除1991及1993外，其餘每年發生面積均在2萬公頃以上，尤其1989及1992兩年發生面積超過4萬公頃（表6）。由於該病不易以藥劑防治，育成抗病品種更形重要[23]。根據研究本省白葉枯病的菌株確有不同病原型存在，約可區分爲五個病原型。

表6. 1986～1994年全省白葉枯病發生面積

年 別	發生面積(公頃)	
	第一期作	第二期作
1986	5,730	24,323
1987	6,930	21,156
1988	6,725	24,039
1989	13,027	44,145
1990	7,013	33,374
1991	4,733	11,329
1992	13,385	26,398
1993	7,755	11,825
1994	4,929	43,279

資料來源：農林廳

臺灣對白葉枯病育種雖在1968年檢定395個秈稻品種，復於1973年分別在臺北、臺中、臺南、高雄進行新育成品系檢定工作，但至今仍無眞正成立一個計畫認眞在執行抗病育種工作，僅對雜交後代固定品系加以檢定，但檢定結果並不理想，呈中抗級以上的品系並不多(4)。尤其對兩個致病力較强的菌株XM42及XF71a或XF81均很少有抵抗性的品系(表7)。最近育成的臺稉品種具抵抗性者也不多見，因此，臺灣水稻品種對白葉枯病的抗病育種有必要加强(表8)。

表7. 歷年水稻品種(系)白葉枯病檢定MR級以上所佔比率(%)

年份		稉稻		秈稻	
		I 期	II 期	I 期	II 期
1976		67.1	92.9	70.2	58.2
1981		16.2	65.6	55.8	51.7
1982		46.4	17.9	15.3	0.0
1983		71.4	60.7	36.8	5.3
1984		25.3	47.1	20.7	27.6
1986		3.7	0.0	4.0	0.0
1987		5.5	8.8	0.0	25.0
1988		15.8	6.6	4.5	0.0
1989		21.7	2.1	0.7	0.0
1990		0.7	0.7	2.7	2.7
1991	XM42	0.9	0.9	3.3	0.0
	XF71a	21.7	0.0	3.3	0.0
1992	XM42	82.9	72.2	77.5	12.5
	XF71a	0.6	27.2	0.0	2.5
1993	XM42	0.6	0.0	0.0	0.0
	XF81	2.5	76.6	28.6	66.7
1994	XM42	1.8	0.0	0.0	0.0
	XF81	48.2	13.5	37.5	4.5

表8. 本省推廣水稻品種對不同白葉枯病菌系之反應

品 種 別	菌 系				
	XM 42	XF 13	XF 71a	XF 20	XO-604
高雄141號	MS-HS	S-MR	—	—	MS-R
台中189號	MS-HS	—	—	MS-MR	MR-R
台農67號	MS-HS	MS-MR	—	MS-MR	MR-R
台農70號	MS-HS	MS-MR	—	MS-MR	MS-R
台南 9號	MS-HS	MR-R	HS-MR	MR-R	R
台稉 1號	MS-HS	S-R	—	MS-R	MS-R
台稉 2號	MS-HS	—	—	MS-R	MS-R
台稉 3號	MS-HS	MS-MR	MS-MR	—	—
台稉 4號	MS-HS	—	—	—	—
台稉 5號	MS-HS	MS-MR	—	R-HR	—
台稉 6號	MS-HS	MS-MR	S-MR	MS-R	MR-R
台稉 7號	MS-HS	—	—	MS-MR	MR-R
台稉 8號	MS-HS	MS-MR	—	MR-R	MR-R
台稉 9號	MS-HS	—	—	MS-MR	MR-HR
台稉10號	MS-HS	MR-R	S-MR	MR-R	R
台稉11號	MS-HS	—	—	MS-MR	MR-HR
台稉12號	MS-HS	—	—	—	MR-R
台稉13號	MS-HS	—	—	—	—

6.抗蟲育種：

危害臺灣水稻害蟲種類繁多，隨著耕作制度及防治措施的演變，害蟲之危害程度亦有差異。一般而言，臺灣水稻之重要蟲害有二化螟、三化螟、黑尾浮塵子、負泥蟲、鐵甲蟲、褐飛蝨、黑椿象等。臺灣抗蟲育種有系統而有成效者首推對褐飛蝨之育種。1968年臺灣省農業試驗所嘉義分所獲致抗蟲源之後展開。最早利用之抗蟲基因爲IR9-60 及高雄秈育12號之bph 2。1972～1978年以後則利用IR561-38-6、IR15 61-43-2及IR1561-2456之Bph1抗蟲基因。1979以後IR13539、IR13429 及 IR13427之Bph3及IR15314-16-2及IR15315-42-2之bph4抗蟲基因則被加以利用並曾試圖將此兩種抗蟲基因導入於具Bph1或bph2抗蟲基因品種（系）內，惜未成功。稉稻抗蟲育種初期多以Mudgo（Bph 1）與ASD-7（bph 2）爲抗源，直到1982年開始才利用具有Bph3或bph4 之抗蟲系統如IR13427、IR13249、IR15314及IR15315等。農試所利用野生稻Oryzae rufipogon及Rathu Heenati、Babawee等爲抗蟲親本，臺中場則以高雄秈育12號爲主要抗蟲親本，另外利用IR13529-11-1、IR17488-2-2-1等爲親本（表9）。

抗褐飛蝨育種初期以秈稻爲主(19,20),但因本省秈稻之栽培面積在1973年第一個抗蟲品種嘉農秈11號育成之後已逐漸減少，雖然後來陸續有臺農秈12號、臺農秈14號、臺農秈18號、臺農秈19號、臺中秈10號及臺中秈16號抗褐飛蝨品種育成，除臺中秈10號外其餘抗蟲品種均未能成功的推廣。1982年以後稉稻抗褐飛蝨品種才被育成(27)。其抗蟲基因來源不同，臺農68號爲bph2，臺農69號爲Bph3，臺農70號及最近育成之臺稉 2號均爲Bph1（表10）。試驗場

所對抗褐飛蝨之育種方法，多用回交方法轉移抗蟲基因於栽培品種或先育成中間親本後，再進一步育成優良系統。1989年及1991年起並對斑飛蝨及白背飛蝨進行後代系統之抗蟲性檢定(3)，從最近檢定結果梗稻品系對褐飛蝨、斑飛蝨及白背飛蝨抵抗性比率上比秈稻要低(表11)，因此，對梗稻抗飛蝨之育種似有鬆懈，宜加以重視。

表9. 台灣常用之抗蟲基因源

場　所	型別	主要抗蟲來源
嘉義分所	秈	IR1561(Bph1)；IR9-60，高雄秈育12號(bph2) IR13427，IR13429(Bph3)；IR15314， IR15315(bph4)
	梗	Mudgo(Bph1)；ASD7(bph2)；IR13427， IR13429(Bph3)；IR15314，IR15315(bph4)
農試所	梗	嘉農育243號，252號(Bph1)；台農68號(bph2) Oryza rufipogon，Rathu Heenati(Bph3) Babawee(bph4)
台中場	秈	高雄秈育12號(bph2)，IR13539(Bph3) IR17488(bph4)

表10. 台灣育成之抗蟲品種

品　種	型別	育成年份	育成場所	親　本	抗蟲基因
嘉農秈11號	秈	1973	嘉義分所	IR 8/IR 9-60	bph 2
台農秈12號	秈	1979	嘉義分所	高雄秈育12號/IR 22	bph 2
台農秈14號	秈	1982	嘉義分所	IR 1561-38-6//高雄秈育12號/IR 22	bph 2
台農秈18號	秈	1984	嘉義分所	高雄秈育12號/IR 22//IR 24/IR 1561-15-3-3	bph 2
台農秈19號	秈	1984	農試所	(IR 1561-15-3-3//IR 8/IR 9-60)/嘉農秈育7號//台農秈12號	bph 2
台中秈10號	秈	1979	台中場	高雄秈育12號/IR22//嘉農秈育14號	bph 2
台中秈16號	秈	1981	台中場	IR 24/高雄秈育12號//IR 26/Gangala	bph 2
台農68號	梗	1982	嘉義分所	南改育77號//台南5號/ASD 7	bph 2
台農69號	梗	1984	農試所	F3 (TNG61 M5-10-14 / O, rufipogon/TNG 62)	Bph 3
台農70號	梗	1985	嘉義分所	TNG 67/(台南5號/Mudgo//台南5號)	Bph 1
台梗2號	梗	1989	台南場	TNG 67/嘉農252號//台南9號	Bph 1

表11. 歷年抗飛蝨品系比率

年份	褐飛蝨		斑飛蝨		白飛蝨	
	稉稻	秈稻	稉稻	秈稻	稉稻	秈稻
1986	28.7	73.1	-	-	-	-
1987	-	-	-	-	-	-
1988	-	-	-	-	-	-
1989	9.3	100.0	18.6	100.0	-	-
1990	34.9	70.1	1.8	100.0	-	-
1990	18.0	24.2	-	-	32.4	93.9
1992	2.1	62.2	39.3	97.3	9.7	94.6
1993	20.1	35.5	36.1	41.9	12.5	22.6
1994	21.9	53.6	30.5	78.6	24.5	82.1

7. 米質改良：

臺灣對稻米品質之改良以蓬萊稻爲主，秈稻在1971年以後才開始注意米質改良。日據時期爲迎合日本人之消費習慣，在品種改良時就把米質與產量、抗病性同列爲育種上重要目標。因此日據時期新竹州產之竹成種被認爲是壽司米，其後育成之臺中65號、高雄6號、高雄10號、臺農5號、臺農38號、臺農48號及新竹4號等品種均曾爲良質品種。但日本人一直認爲臺灣產的蓬萊米品質仍未達日本國內米質之水準。

本省1970年代以後開始注意米質改良的問題(6)，1971年首先在臺中區農業改良場成立米質檢驗室，開始有系統的做米質檢驗的工作。各場所育成之後代也經由該分析室之協助而得知其米質優劣，使選拔之準確度提高。但由於人力及經費之不足，無法承擔所有後代材料之篩檢工作，因此米質之選拔在分離世代多以目測外觀優劣爲選拔標準，到固定品系以後才進行化學分析。食味之判定則以官能測定爲主，試食時分別就米飯之光澤、色澤、黏性、彈性、香味及口味等分別與對照品種比較而評定其等級。

目前本省米質改良常用之親本，稉稻有越光、世錦、秋田小町、北陸100、絹光、夢光、M401、臺農68號、臺稉2號、臺稉9號、臺稉育11614及香米品種Basmati及IR841等。秈稻以臺中秈10號、臺秈育3362號、Milyang 51、80、81、Suweon 287、290、332、333、334、340、341、M202、401、Lemont、C4-63等爲主要來源，由於本省歷年育成推廣之蓬萊稻品種，其烹調及食用品質變異非常狹小，對優良品種之判定常要借助於官能測定，而秈稻在這方面之變異比較大，不過秈稻品質米粒形狀如長短、粗細常爲米質改良上的爭論項目(9)。最近由於消費者及育種者對良質品種之要求甚爲殷切，因此育種場所也非常注意米質之改良，在推廣品種中經推薦爲良質米的品種計有臺中秈10號、臺中189號、臺農70號、臺南9號、高雄142號、臺稉2、3及5號、高雄139號等。最近幾年育成的臺稉8號、9號、11號及12號均爲米質優良的品種。

三、臺灣水稻育種制度之沿革

水稻不僅在臺灣，甚至在亞洲及其他國家均爲最主要之糧食作物，而且歷史悠久，因此它的育種制度也較爲完善。日據時期臺灣開始進行雜交育種工作，其雜交、後代選拔、產量試驗等已有基礎，因此光復後初期本省水稻育種制度從雜交技術、後代選拔、初級、高級產量比較試驗、地方試驗、全省區域試驗、示範及種子繁殖等均已相當完整。1959年張訓舜先生首先描繪本省水稻育種程序圖(圖3)[25]。1961年張德慈先生在臺灣省稻作改進會第六次大會建議修改上述粳稻育種程序[26]，經大會通過後由農林廳公佈實施，修正後之育種程序如圖4。該修改後之育種程序與1960年前之程序不同之處有6點：

1. 加重又提早抗病性與耐肥性之檢定工作，配合選拔目標。
2. 加强選拔初期之產量檢定工作（即初級試驗內必須有產量之檢定），以試驗方式作爲測定產量能力與選留之平準，免除目擇之偏差。
3. 加重地方試驗在選拔品系工作中之份量，並將地方試驗之開始世代提前，以配合探求地方適應性之重要性。區域試驗一年品系可申請命名。
4. 藉合作病圃與區域試驗加强場所間之品系交換，並充分利用育種材料。
5. 藉一客觀之小組，以經常巡視勘察之方式，審查並核定新品系之命名與推廣，以防濫行推廣平庸之品種或品系。
6. 將示範與原原種繁殖工作置于並行位置，以減縮一新品種育成過程中試驗與示範年限，加速推廣。

經修改後之育種程序，在執行過程中仍有些微之修正如有的場所無適當病圃，無法進行抗病性之檢定。中級產量試驗，地方試驗各執行一段時間後則未再進行，耐肥性檢定以要申請命名之品系爲主。隨階段性需要而有抗病、抗蟲、米質、耐寒之檢定，長秈稻品種改良由嘉義農業試驗分所統籌辦理，其他場所協辦，後來因長秈稻收購及市場問題而修正其育種目標[5]，這些都在育種技術小組架構下執行的。

1980年代以後國內稻米每人平均消費量大幅遞減，形成稻米生產過剩問題，水稻育種規模亦醞釀應予縮小，因此1985年幾經討論訂定「稻作育種實施方案」及「執行要點」，並於1986年4月16日召開之第四次稻作試驗研究策劃小組通過後，將實施20幾年之水稻育種制度做大幅度之修改(圖 5)。修改之重點包括後代系統選拔程序、限定辦理雜交之機構及命名之程序等，其項目包括[13,16]：

1. 成立水稻育種小組，由臺灣省農業試驗所及相關育種場所組成，並由農業試驗所統籌辦理。雜交親本、各性狀檢定結果之報告、參加區域試驗品系、提出申請命名之品系，均由這個小組會議決定。
2. 雜交到固定系統之選拔，粳稻由農試所及嘉義分所辦理，F5以後之固定系統則分送各育種場所做產量比較試驗、各性狀之檢定及區域試驗等。秈稻則由臺中區農業改良場負責，後代固定系統除臺中場外並送臺南、高雄兩場進行產量試驗及各性狀之檢定。
3. 品種命名時一律冠上臺粳、臺秈、臺粳糯及臺秈糯，再按申請順序給予號碼。但各命名場所可經命名委員審查通過而給予商品名稱。
4. 縮短初級到高級產量試驗之年限，但區域試驗要有完整之二年資料才可以申請命名。

5.修改後之制度採團隊精神，以分工合作方式進行。

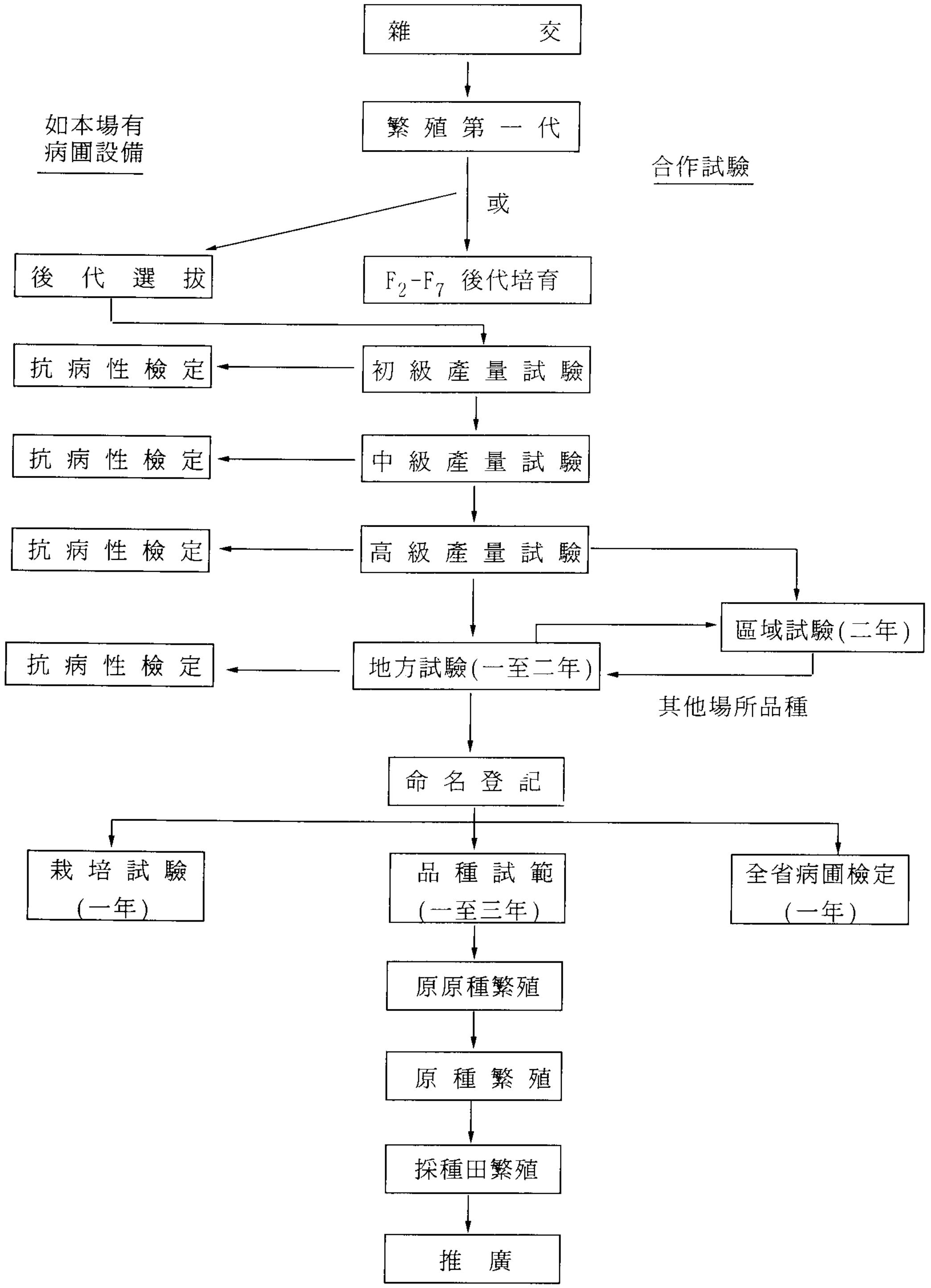


圖3. 1956年～1959年本省梗稻育種制度(張訓舜，1959)

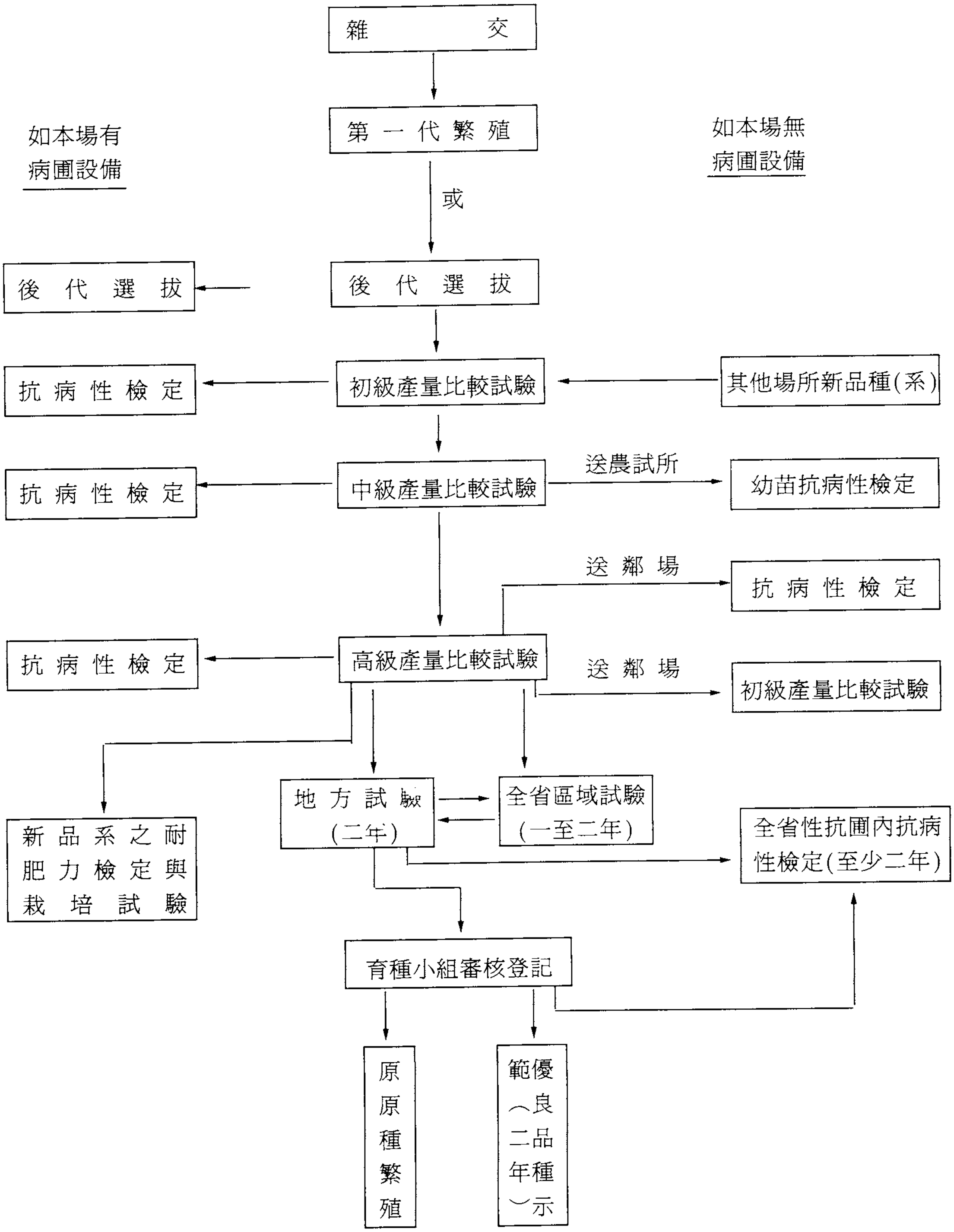


圖4. 第一次修改後之本省粳稻育種制度(張德慈，1961)

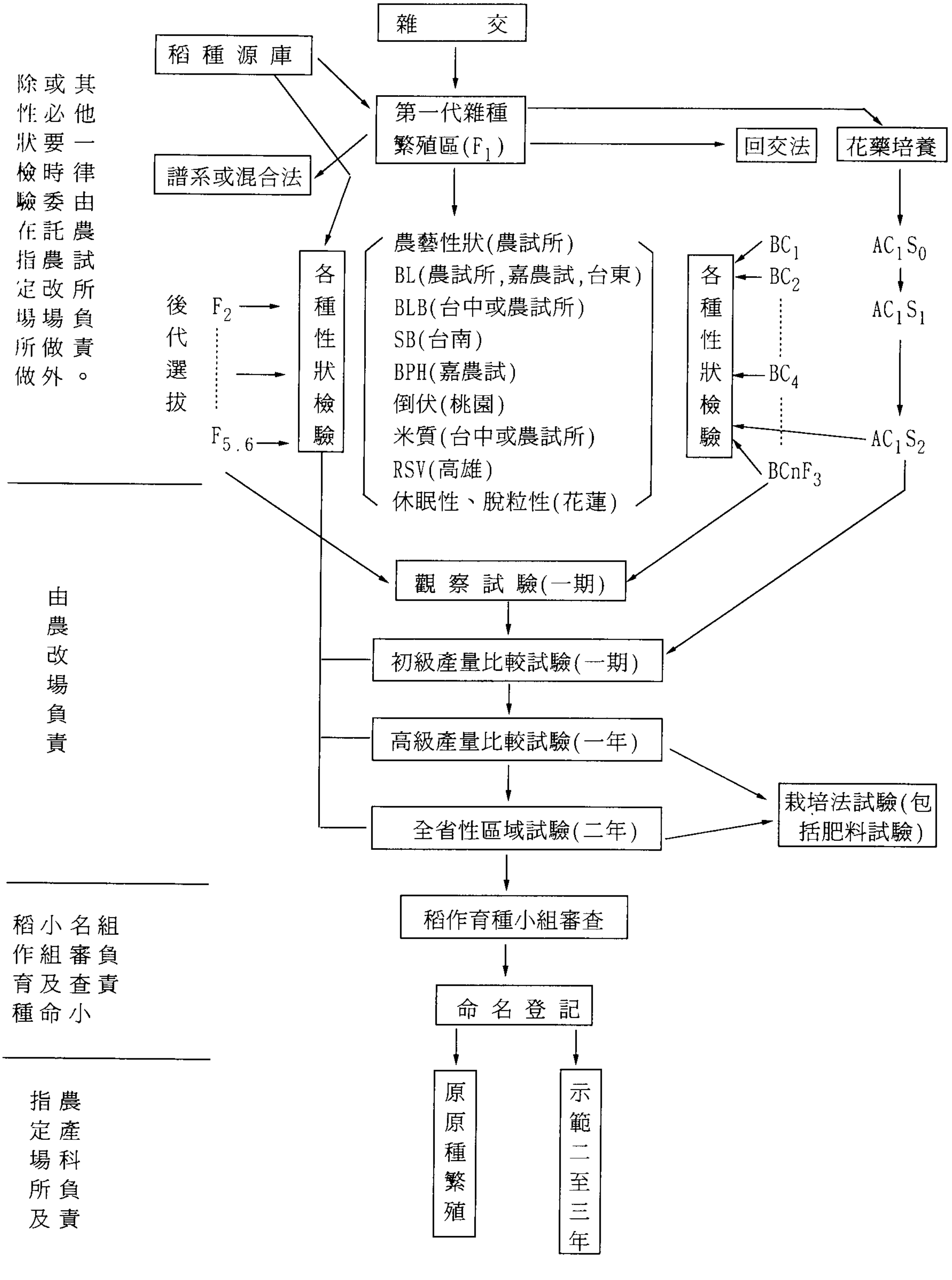


圖5. 1986年稻作育種小組成立後育種制度(黃正華、黃真生，1986)

雜交後代各場所辦理之檢定項目如下：粳稻及秈稻雜交分離世代農藝特性及回交後代各性狀之檢測分由農試所及臺中場負責。稻熱病圃設立在嘉義農試分所及臺東場之關山，負責稻熱病之檢定。其餘桃園場負責耐寒性、倒伏性檢定，飛蝨類檢定則由嘉義農業試驗分所負責，高雄場負責縞葉枯病檢定，花蓮場負責休眠性及脫粒性之檢定。這個制度執行以來命名推廣的品種包括成立初期在各試驗單位已接近完成命名所需試驗資料之材料，仍以原育成機關命名者如臺灣省農業試驗所嘉義分所的臺農70號及臺農72號、臺南場的臺南9號、臺中場的臺中190號及高雄場的高雄142號。而育種小組成立後所選育獲命名的品種有臺梗1號、臺梗2號、臺梗3號、臺梗4號、臺梗5號、臺梗6號、臺梗7號、臺梗8號、臺梗9號、臺梗10號、臺梗11號、臺梗12號、臺梗13號、臺梗糯1號、臺梗糯3號、臺梗糯5號、臺秈1號及臺秈糯2號等，這些品種經示範推廣後，1994年的栽培面積共計有135,567公頃,佔全省稻作總栽培面積的40.8%，可說成效斐然（表12）。但該制度在1995年之第2期作起則開始開放各場所可自行雜交並進行後代培育工作，但育種小組仍統籌育種之工作。

表12. 1994年台梗品種栽培面積及所佔比率

品　種	栽培面積(ha)	佔當年栽培面積%
台梗 1號	4,151	1.25
台梗 2號	29,287	8.82
台梗 3號	3,705	1.12
台梗 4號	1,684	0.51
台梗 5號	7,839	2.36
台梗 6號	1,256	0.38
台梗 7號	606	0.18
台梗 8號	84,456	25.43
台梗 9號	1,950	0.59
台梗10號	515	0.16
台梗11號	118	0.04
合　計	135,567	40.82

四、檢討與展望

本省粳稻向以豐產、抗病蟲害、優良米質及強桿不倒伏等主要特性為選育目標，並以早熟及適應各地需要性狀為輔[12,13]，檢討過去育成品種之產量，多數均受栽培農民歡迎，但所有豐產品種中以臺農67號較為成功，命名時資料顯示其公頃平均產量較當時對照品種臺南5號增產一期作10.5%，二期作11.9%。但以後以臺農67號為對照而育成之品種中僅臺梗2號、臺梗5號及臺梗12號之產量兩期作均超過臺農67號，但最高增產幅度均在6.0%以下，其他則

未能超過（表13）。其次就1984～1993年稉稻區域試驗參試品系四個期作及七個地區之產量平均值與對照品種臺農67號比較結果，最高的增產幅度僅達6.9%，在有些年期之平均產量甚至不如臺農67號（表14），這個結果顯示在豐產的育種目標上存有瓶頸，以目前所用材料及育種方法不易有高產遺傳基因之組合，欲在產量上尋求突破，必須在材料及育種方法上多方嚐試，以塑造高產品種之遺傳型而突破目前的產量上限瓶頸。

其次就抗病育種而言，稻熱病的抗病育種有良好成績，但因病原菌本身的複雜性，常有很多新生理小種產生。同時過去用於抗病之親本所含抗病基因多爲主效性因子。因此，往往推廣後短時間內即失去抵抗性。稻熱病之抵抗性有直式及橫式或水平性抵抗性，目前已篩選出具有水平抵抗性之抗病親本，今後如何利用這些材料將其抗病因子導入臺灣栽培水稻品種，並做適當的檢定，以育成眞正具有水平抵抗性品種，對將來稻熱病之防治會有很大幫助[22]。另外，目前水稻栽培上漸趨嚴重之白葉枯病，在育種上似乎給予較少注意，以致最近幾年成爲水稻生產上重要限制因子,每年發生面積均在2萬公頃以上[23]，而栽培面積較多的推廣品種中尙乏眞正抗病的品種，本病又屬細菌性病害，藥劑防治比較困難，因此育成抗病

表13. 主要推廣品種與對照品種產量之比較

品種別	育成年代	產量(kg/ha)		比對照品種增產指數(%)		對照品種
		I期	II期	I期	II期	
台南 5號	1965	5497	4969	103.2	97.2	台南 1號
高雄139號	1975	6408	4407	105.5	103.5	台南 5號
台農67號	1978	5962	5153	110.5	111.9	台南 5號
高雄141號	1980	6470	4420	110.1	103.5	高雄選1號
台梗 1號	1988	5433	3816	105.1	100.6	高雄141號
台梗 2號	1989	6494	4532	104.5	101.4	台農67號
台梗 3號	1990	6250	4190	100.5	93.8	台農67號
台梗 4號	1990	5946	4211	101.1	98.1	台農67號
台梗 5號	1990	6161	4480	104.8	104.4	台農67號
台梗 6號	1991	6147	4580	99.4	99.9	台農67號
台梗 7號	1992	6302	4734	98.5	94.1	台農67號
台梗 8號	1992	6542	4935	102.2	98.4	台農67號
台梗 9號	1993	6199	4747	96.9	94.7	台農67號
台梗10號	1993	6808	4609	102.5	95.0	台農67號
台梗11號	1994	6586	5178	114.5	115.4	高雄141號
台梗12號	1995	6965	5420	105.9	103.4	台農67號
台梗13號	1995	7033	5094	106.9	97.2	台農67號

表14. 歷年梗稻區域試驗品種(系)產量與對照品種台農67號產量比較表

年組	期作	參試品系數	平均產量 (kg/ha)	比台農67號增產指數(%)
1984	I	13	4,918～6,303	80.8～103.5
	II	13	4,159～5,490	79.4～104.8
1985	I	17	3,670～5,754	63.6～ 99.7
	II	17	2,883～4,572	62.9～ 99.7
1986	I	8	5,521～6,097	87.8～ 97.0
	II	8	3,467～4,053	83.1～ 97.1
1987	I	9	5,204～6,562	83.7～105.5
	II	9	4,122～4,532	92.2～101.4
1988	I	8	5,590～6,829	87.3～106.7
	II	8	3,713～4,434	82.7～ 98.7
1989	I	8	5,089～6,327	82.4～102.4
	II	8	4,034～4,580	88.0～ 99.9
1990	I	8	5,945～6,659	92.9～104.0
	II	8	4,400～4,878	87.8～ 97.3
1991	I	9	4,913～6,818	74.0～102.7
	II	9	3,998～4,609	82.4～ 95.0
1992	I	8	5,830～7,033	88.7～106.9
	II	8	4,252～5,420	81.2～103.4
1993	I	13	6,285～6,996	91.5～101.9
	II	13	4,684～5,136	90.3～ 99.0

＊兩年四期作及七個地區之產量平均值。

品種推廣給農民種植更爲急迫。國內各育種場所應加强抗病親本之篩選，或引進如IR20、DV 85、IR1545-339等抗病良好之種源，利用育種方法導入臺灣栽培的品種。抗蟲方面在1980年代有輝煌成就，但近年則相對比較鬆懈，以致目前推廣品種中具有抗褐飛蝨品種比例已漸漸減少，因此將多種抗病蟲害基因導入同一品種，以育成農藝性狀優良之抗多種病蟲害品種爲今後育種上必須考慮的問題[19,20]。

米質改良由於最近幾年來政府及消費者的重視已有比較好的成績。從1972年以後育成的品種白米率、完整米率已有改進（表15），但白米外觀蓬萊稻品種間差異並不明顯。秈稻在透明度、心白、腹白等已有改進，而粒型的變化也較多（表16），食用品質方面梗稻變化不大，秈稻如臺中秈10號則有明顯之改進（表17）。從這些資料顯示欲育成高級米質之水稻品種，在選拔方法上，尤其對食味之判定如何增進其效率及正確性必須加以改進[7]。過去日據時期認爲臺灣生產之蓬萊米品質比不上日本本地生產之梗型米質，經過多年之努力，品質之

差異已不明顯，如何更進一步在品種上，栽培技術上努力，建立一套生產良質米之技術甚為重要。

表15. 不同年份育成品種碾米品質比較

資料來源：台中場

	年　份	品種數	糙米率	白米率	完整米率
梗	1930-1958	9	81.3	71.3	67.2
	1961-1970	8	81.0	70.9	64.6
稻	1972-1980	11	82.3	72.3	64.1
	1981-1990	14	82.7	73.6	67.8
秈	1957-1969	3	78.7	68.2	53.8
	1974-1980	8	79.5	71.0	60.2
稻	1981-1988	7	79.3	69.3	60.9

表16. 不同年份主要栽培品種白米外觀

	年　份	品種數	大小	形狀	透明度	心白	腹白
梗	1930-1958	9	短	粗圓	2.5	0	0.9
	1961-1970	8	短	粗圓	3.0	0.8	0.8
稻	1972-1980	11	短	粗圓	3.1	0.6	1.3
	1981-1990	14	短	粗圓	2.8	0.4	0.6
秈	1957-1969	3	短-中短	中-粗圓	4.0	0	3.3
	1974-1980	8	中等-中長	中間-細長	2.5	0.6	0.8
稻	1981-1988	7	中等-中長	中間-細長	3.0	1.0	0.7

表17. 不同年份主要栽培品種、烹調及食用品質

	年　份	品種數	鹼 性 擴散值	糊 化 溫 度	直 鏈 性 澱粉(%)	粗蛋白 質(%)	膠 體 性 質
梗	1930-1958	9	6	低	19.9	7.0	軟
	1961-1970	8	6	低	20.1	7.2	軟
稻	1972-1980	11	6	低	18.8	6.9	軟
	1981-1990	14	6	低	17.8	6.4	軟
秈	1957-1969	3	5-7	低-中	29.6	8.9	硬
	1974-1980	8	3-7	低-中高	24.8	8.3	軟-硬
稻	1981-1988	7	4-7	低-中	23.6	7.8	軟-硬

本省水稻育種經政府政策的指導及各育種場所育種專家之努力，其成就頗受肯定。但檢討目前本省多數栽培品種之產量潛力、抗病蟲害性、米質及其他諸多性狀仍嫌不足，可進一步加以改良，在理想品種中以育成具高產潛力、抗多種病蟲害及優良米質，再配合其他優良農藝性狀以降低栽培水稻生產成本、減少農藥等化學藥劑之使用，以維護稻作的永續經營，仍爲今後努力的目標。因此今後本省水稻品種改良除遺傳、生理及選種效率等基礎研究外，宜加强利用遠緣親本愼選雜交組合，以增加優良性狀之組合，使產量、抗病蟲性得以超越目前栽培品種(17)。其次要擴大抗病蟲基因來源，以加强抗病蟲性品種之穩定性，並育成抗多種病蟲害品種。對優良米質除外觀外，在食味品質之判定，要提昇其選拔效率，育種人員資訊、材料要加强交換，如此，本省稻作育種之成就可以持續保持並更進一步使水稻產業永續生存。

五、參考文獻

1. 台灣省農業試驗所。1987。台灣稻作品種圖誌。
2. 台灣省政府農林廳。1953～1994。全省稻作品種種植面積表（油印資料）。
3. 台灣省政府農林廳。1981～1994。稻作改良年報。
4. 台中區農業改良場。1957。台中在來一號。台灣省稻作新品種產量性狀登記表。水稻新品種登記命名審查用資料(油印本)。
5. 李蒼郎、黃添財。1982。長粒秈稻之推廣與展望。台灣農業。18(5)：60-67。
6. 宋勳。1986。稻米品質分級與改進。四十年來台灣地區稻作生產改進專輯。pp109-125。
7. 宋勳、洪梅珠、許愛娜。1991。台灣稻米品質之研究。台中區農業改良場特刊24號。
8. 林瑞昌、楊嘉文。1967。本省水稻品種演變與蓬萊稻品種栽培趨勢。台灣農業。3(1)：44-59。
9. 林再發。1986。四十年來台灣地區秈稻品種之改良。四十年來台灣地區稻作生產改進專輯。pp83-92。
10. 林富雄、張萬來、吳育郎。1986。台灣水稻抗蟲育種。四十年來台灣地區稻作生產改進專輯。pp103-108。
11. 黃正華。1957。台灣本地稻栽培品種之研究。中華農學會報 新 20 ：27-58。
12. 黃正華。1956。台灣水稻品種改良之現狀及其趨向。科學農業。4(6)：216-227。
13. 黃添財、吳邦雄、蔡清榮。1991。台灣省稻作育種小組歷年會議重要決議事項 (1985-1991)。
14. 黃眞生。1970。台灣稻作的變遷。科學農業。18(7-8)：542-552。
15. 黃眞生。1979。水稻品種台農67號之育成。中華農業研究。28(2) ：57-66。
16. 黃眞生。1986。梗稻品種改良之演變。四十年來台灣地區稻作生產改進專輯。pp67-82。
17. 張德慈。1967。今後台灣水稻品種改良之芻議。中華農學會報 新36：1-15。
18. 張萬來。1982。台灣稻熱病抗病育種之檢討與展望。科學農業。30 (3-4)：189-196。
19. 張萬來。1983。水稻抗褐飛蝨之遺傳與育種(上)。台灣農業。19(5)：15-26。
20. 張萬來。1983。水稻抗褐飛蝨之遺傳與育種(下)。台灣農業。19(6)：31-41。

21.鄧耀宗、張萬來。1986。水稻抗病育種。四十年來台灣稻地區稻作生產改進專輯。pp103-108。

22.歐世璜、簡錦忠、曾東海。1983。抗稻熱病育種的新抗源。植保會刊。25：115-123。

23.謝式拌鈺。1991。台灣水稻白葉枯病發生近況與展望。稻作病害研討會專刊。pp117-130。

24.磯永吉。現下產米增加改良上之課題(演講稿)。台南縣政府建設局出版第一號。

25.Chang, H. S.1959. The rice breeding program and its recent development in Taiwan pl. Ind. series. No.15 JCRR, Taipei pp11-22.

26.Chang, T. T.1961. Crop and seed improvement in Taiwan, Republic of China JCRR pl. Ind. series. No.22.

27.Huang, C. S., R. H. Buu,C. H. Cheng and C. Liu.1982.Breeding for resistance to brown plant hopper in Keng(Japonica) rice. Proc. pl. Breed. Symp. Taichung, Taiwan R.O.C. pp89- 97.

生物技術在稻作品種改良上的應用

吳 信 淦
中央研究院植物研究所

本省稻米育種，在日據時代就有台北帝國大學（國立台灣大學前身）的磯永吉教授育成蓬萊米品稻而聞名。光復之後，育種家對於增加稻米單位面積產量亦有輝煌的成就。過去，稻米育種家的目標是改進品質與產量，所依靠的主要是個人的經驗，雖則也指望遺傳研究，尤其是遺傳（連鎖群）輿圖的協助，實質上，這種協助得之不多。近年來，由於分子標記興起，六、七年間已作成可以實際應用於育種的遺傳輿圖。所以，今日的稻米育種家面臨著如何使用這些新的工具，繼續不斷地向目標前進。

生物技術是應用分子生物學的工具和技術以解決相關問題。稻米生物技術季訊（Rice Biotech. Quarterly)所報導的話題包括：基因的表現、RFLP輿圖、原生質轉殖、基因選殖、原位雜交、逆境、毒素體病害、體細胞殖系變異、分子細胞遺傳、基因定序、葉綠體及粒線體、組織培養、儀器方法的進展等。本文只就分子標記時代的來臨及其應用於育種作一介紹。

一、分子標記的種類

分子標記有三類，即酶切長度多形性、逢機擴增多形性及任意 擴增多形性，幾乎同時發展、成熟與公開。

(一)酶切長度多形性（RFLP)：它是用同物種一個體染色體組的一短片段DNA測試一雜交組合的兩親、F_1及F_2各個體染色體組DNA的變異。設兩親本的染色體組DNA的核甘酸組成（即A、T、G、C等的序列）是完全一樣的，經同一種限制酶切後，會得到許多長度不相同的DNA片段。用一短片段DNA 作探針與這些DNA片段雜交，則會顯示兩親各有一雜交正反應的片段，而且長度相等。但如果兩親之一的那條雜交正反應片段一端酶切點的序列有所變異，酶就無法切開那切點，那條雜交正反應片段的長度就會較另一親的為長（因酶切了與變異點相鄰同一種酶的切點）。如此，兩親的雜交正反應片段一長一短，就稱為酶切長度多形性，能告知兩親的染色體組DNA在那片段上有變異。同一種酶相鄰兩切點之間的核苷酸序列，如在一親有缺失或外加，也可由酶切多形性測知兩親間染色體組DNA有所不同。不同種類的酶可測知兩染色體組上不同部位的變異。顯現酶切多形性所用的探針，通常是選用一種合適的酶將一品種的染色體組DNA切成大小不同的片段（例如0.5kb至1.5kb），篩選出單份的片段（即在該染色體組只出現一次而不是多次或無數次）為之。也可以是一cDNA，甚或是其他不同物種染色體組上的一短片段DNA。

凡是可使兩親染色體組DNA顯現酶切長度多形性的單份DNA片段就相當於一基因座。在兩親出現一長一短的雜交正反應片段相當於該基因座的兩個等位基因。這兩個等位基因在兩

親雜交組合的F_1同時出現，在F_2世代依孟氏定律分離。於玉米、番茄等，這樣找出來的單份DNA片段（也即基因座）已經很多，且已構築成RFLP連鎖群輿圖。稻的第一個RFLP連鎖群輿圖是由McCouch於1990發表（McCouch, 1990)，第二個RFLP輿圖在日本筑波作出（Kurata et al, 1994)。稍後，法人Causse等補增第一個RFLP連鎖群輿圖使之有726個基因座，兩兩基因座間的距離約為2.0cM(Causse et al, 1994)。由於這些基因座是由稻染色體組的短片段DNA所定出，故也稱為分子標記，與形態突變等用作形態標記的不同。

（二）逢機擴增多形性（RAPD)：使用一個隨意組合的10個核苷酸序列作引子，以兩親的染色體組DNA為模板，在DNA擴增儀（polymerase chain reaction, PCR)中擴增。所得的DNA片段有兩親共有的，也有只見於一親而不見於另一親的，後者成為多形性。多形性的形成是由於兩親染色體組DNA的變異，此包括染色體組DNA引子結合位置單一核苷酸的取代以及該位置核苷酸的缺失、外加或重新排列等。目前，上千條隨意組合的寡核苷酸序列（每序列有10個核苷酸）已經商品化，用以擴增只見於一親的DNA片段極為方便。這些只見於一親的DNA片段稱為RAPD分子標記，各別代表一基因座，可構築成一遺傳輿圖。在阿剌伯芥已築成一含有252個RAPD分子標記及60個RFLP分子標記的遺傳輿圖（Reiter, et al 1992)。稻的若干RAPD分子標記已併入RFLP連鎖輿圖，未見單獨構築成一RAPD輿圖。

（三）任意擴增多形性（AFLP)：此種多形性為任選一DNA片段其長度為20-30個核甘作為引子，在PCR儀中以一個體染色體組DNA為模版，擴增出2-20個DNA片段（以放射性標示以便使量少的也能顯示在PAGE膠體上(Welsh and McClelland, 1990)。稍後，Caetano-Anolles et al (1991) 用一或多條短至5個核苷酸的片段為引子，擴增到相當多的DNA片段，分布在PAGE膠體，且用銀染顯示DNA量少的片段。此兩種都能顯示一生物的染色組DNA經特定的寡核苷酸的片段為引子，擴增到的DNA片段有特定的分布，一如指紋，故又稱為指紋法（DAF)。指紋法可區別生物個體間染色體組DNA組成的差別，善用引子時，也可區別物種間遺傳物質組成的不同。對種源庫中重複種源的檢定，也有用處。當擴增到的DNA片段較少時，顯示出多形性的片段也可用作分子標記。

二、稻分子標記的應用

分子標記多應用於重要基因的定位，但也可應用於生物個體 遺傳變異的發掘。如稻兩亞種（日本型、印度型）染色體組DNA的分化(Qian et al, 1995)，稻種源庫中重複種源的檢定(Virk et al, 1995)，澳洲栽培稻品種間染色體組的異同(Ko et al. 1994)及稻善變DNA序列的指紋分析(Ramakrisma et al 1995)。

（一）稻形態基因在RFLP輿圖上的定位：稻傳統的遺傳輿圖上有164個基因座，包括形態的、同功酶及農藝性狀的(Kinoshita 1993)。這些形態變異往往是阿白、矮株及變形葉等，在育種上不便直接作為標記使用。假如能在此等形態基因座附近找到分子標記，則可以其附近新檢定的分子標記取代形態基因，避免不受歡迎的形態突變介入育種計畫。Yu, et al (1995)把稻五個形態基因利用雜交 F_2世代定位於RFLP輿圖上。即第4染色體上有紫穎(Pr)及酚反應(Ph)兩基因，各離分子標記RG163為16.8±7.9cM及RG163為20.8±8.4cM。光葉(gl-1)在第5染色體上離RG182為14.3±7.4cM。棕色果皮(Rc)在第7染色體上，距離RG30為12.5±7.2cM。懶散株

(la)在第 11條染色體上，距RG118爲28.8±9.4cM。又利用近同源自交系把半矮性(sd-1)定位在第1條染色體上，介乎RG350及RG462之間。

（二）稻熱病直式抗病性基因的定位：Yu et al (1991)利用抗(Tetep)感(CO39)兩親雜交組合的近同源系及稻第一個RFLP輿圖中142個分子標記，找出何些分子標記在抗病基因Pi-2(t)及Pi-4(t)附近。結果顯示Pi-2(t)基因在第6條染色體上，與RG64相距2.8 ±1.4cM，而Pi-4(t)基因在第12 條染色體上，與RG869相距15.3±4.2cM。稍後Wang et al (1994)利用Moroberekan（抗）X CO39（感）雜交組合281個F7重組自交系及RFLP輿圖中的 127個分子標記找出Pi-5(t)及Pi-7(t)兩個抗病基因，分別位於第4條染色體的RG498與RG864之間及第11條染色體的RG16與RG 103之間。此兩個基因能抗5個稻熱病菌菌系（小種）。另外，第2條染色體上的RG188及RG 102，第12條染色體上的RG323及第7條染色體上RG528均與抗的表型相連。

（三）數量性狀基因的定位：

1.紋枯病是稻作主要病害之一，抗病品種之育成並不容易。Li et al (1995)利用113個RFLP分子標記在雜交組合Lemont X Teqing 225個混合F_4族群（每一族群由單一F_2個體自交所得的7株F_3組成）檢得6個抗病基因座，分布在6條染色體上。此6個基因座各別命名爲QSbr2a、QSbr3a、 s QSbr4a、QSbr8a、QSbr9a 及QSbr12a。各別順次位於兩個RFLP分子標記RG654-RZ260 、RG348-RG944 、RG143-RG214 、RG20-RG1034 、RG910b-RZ777及RG214a-RZ397之間，且有累加（抗病性）的效果。顯然，這些基因座是屬於數量性狀基因座(QTLs)，故冠以Q, Sbr爲抗紋枯病，2a爲第2條染色體上的第a個抗病基因座（或許以後在同條染色體上還會出現更多抗紋枯病的基因座b，c.....等）。

2.稻根的形態可能與耐旱有關，但那些形態性狀與之有關，又座落在何一位置，是育種家關心的事。Champoux et al (1995) 在Moroberekan X CO39後代203個重組自交系中找出根徑、根莖比、每櫱根乾重等各有18、16及14個數量性狀基因座所控制，且與耐旱性有關。每一性狀的各個數量性狀基因座分別位於染色體的特定位置，即某兩個RFLP分子標記之間，或一個或多個分子標記附近。但控制2或3種不同形態性狀的各個數量性狀基因座常落在同一位置。每一數量性狀基因座對同一形態性狀的貢獻大小不同。

3.雜種優勢：雜種優勢是由於顯性（異結合的F_1個體中，一親的顯性等位基因減除了另一親的隱性等位基因的效果），還是超顯性（一基因座上兩等位基因的異結合優於顯性同結合或隱性同結合）很難確定。Xiao et al(1995)利用114個RFLP分子標記及秈X稉的194個F8重組自交系，築成一RFLP輿圖。以此爲基礎找出在BC1F7分離世代中控制產量、千粒重、每株粒數等12個數量性狀基因座(QTLs)在該RFLP輿圖上的位置，並比較異結合、顯性同結合或與隱性同結合對表型所作的貢獻。結論是雜交稻的雜種優勢是由於顯性所致。

4.稻熱病横式抗病性基因的定位：稻熱病的横式抗病性（也稱田間抗病性，常從病斑的數目、大小及病葉面積等判斷其大小）是由微效基因所控制。這些基因已可用數量性狀基因座（QTL)分析法定位在染色體上。Wang et al (1994)利用 Moroberekan X CO39的281個F7重組自交系及127個RFLP 分子標記找出10個控制病斑數目的數量性狀基因座分別分布在8條染色體的10個染色體片段上，每一片段都有RFLP分子標記標示其位置。例如第一條染色體上有二個片段，一片段的兩端有RG197及RZ276，另一片段上則有RG140及RG612。病葉面積的基因座則分布在6條染色體的7個片段上。控制病斑大小的片段則分布在第1及11兩條染色體上。分

布有控制病斑數目基因座的10個染色體片段中有7個片段重疊著控制3個數量性狀(即病斑數目、大小及病葉面積）中之2個，甚至3個的基因座。

基因定位的結果，可告知一物種或品種的染色體組上確有這樣的基因。在過去，如果有一個抗病基因與一形態基因緊密連鎖，則在育種過程中選拔該形態基因的同時，也可能選拔到該一抗病基因。但傳統的遺傳輿圖上形態基因數目不多。如今就刻意用分子標記，期能有更多機會找到與抗病基因連鎖的分子標記以利抗病個體的選拔。形態基因定位於分子層次的遺傳輿圖之後，不僅可作爲染色體組DNA上的地標，也知其位於一分子標記附近。因此有分離到形態基因、定出其序列的可能，進而研究其功能。爲何一基因的突變能使植株顯現無葉舌，或脆葉等的性狀，是一個基礎且有趣的研究課題。在實用上，可將分離到的有用的基因，如直式抗病基因，轉殖到栽培品種以改進其品質。

無論是基礎或應用，都需要把目標基因分離出來。分離目標基因的要件是目標基因在遺傳輿圖上某一分子標記的附近。稻的二個新的分子層次的遺傳輿圖（Causse et al 1994, Kurata et al 1994）總加起來已有約 2000個分子標記，分布在稻的12個連鎖群。各分子標記間的距離合計約1800cM ，即每二個分子標記間平均相距0.9cM。稻的染色體組DNA約有450百萬個核酸對(bp)，即每一cM有250-300kbp。從前面所舉的實例來衡量，這些目標基因與特定分子標記間的距離都超過0.9cM，目標基因的分離顯然難以如願，還需要設法補救。Martin et al (1993)利用番茄酵母染色體(YAC) 基因庫中選出帶有一個抗病（抗Pseudomonas syringae pv tomato）基因(Pto)的殖系。該基因已知位於番茄遺傳輿圖第5條染色體上分子標記 TG538 附近，而該YAC殖系，PTY538-1，有一段番茄染色體組DNA長約400kbp，足以涵蓋該抗病基因及其附近的分子標記的基因座。最後終於藉此分離出抗病基因 Pto。

三、利用分子標記作基因定位的技術

(一)RFLP分子標記法通常可以向構築RFLP輿圖的實驗室分批要到總數約150個分子標記的殖系（設每條染色體上選用10個左右分子標記）作爲開始。其次測試自己所作雜交組合兩親染色體組DNA在那些限制酶切割下，與任選的少數RFLP分子標記能在兩親染色體組DNA上顯示較多的多形性。選定一、二種酶繼續測試何些RFLP分子標記與目標基因共分離，即兩者間連鎖。然後，將分離世代(BC_1, F_2...等）各個體、F_1及兩親的染色體組DNA酶切、電泳後，以已測知與目標基因連鎖的RFLP分子標記爲探針作南氏分析，取得目標基因與各分子標記間的共分離數據，則各基因座間的距離就可依MAPMAKER/EXP的程式計算之。前文中稻的幾個形態基因定位(Yu, et al, 1995)就是這樣做的。由於 切、探針之用放射性藥物標記以及上百次的南氏分析，此法十分費工費時。

(二)RAPD分子標記法：此法用寡核苷酸片段以近同源自交系雜交組合的兩親染色體組DNA爲模版在PCR儀擴增。所得的多形性片段作爲分子標記，在雜交組合的分離世代找出何些RAPD分子標記與目標基因連鎖在何一染色體上。再以RFLP輿圖上目標基因所在連鎖群的分子標記爲探針，於合適雜交組合的分離世代個體DNA作南氏分析找出該一RFLP分子標記與連鎖於目標基因的RAPD分子標記間的共分離，並以MAPMAKER/EXP計算各個間的距離。此爲Martin et al (1991)定位番茄抗細菌性(Pseudomonas syringae pv tomoto)病害的基因(Pto)所

用的策略，雖則其最後一段還是用了RFLP分子標記，前段使用RAPD分子標記取代RFLP的已經節省了不少時間與精力。

在有些情況，已知某一RFLP分子標記與目標基因緊密連鎖。則可將該分子標記定序，取兩端短序列合成引子，以PCR儀擴增兩親染色體組DNA檢視是否擴增到多形性的DNA片段。如不，繼將擴增所得，用不同酶切，再在電泳膠體上找出於兩親顯現多形性的DNA片段。此種多形性片段稱之爲特定擴增片段多形性(SAP)。在分離世代中，可據以選拔目標基因。如目標基因爲抗病基因，則抗親染色體組DNA有該多形性片段而感親染色體組的DNA中缺如。在分離世代中選拔有此多形性片段的植株，即是具有抗病基因者。這是以PCR爲基礎選拔目標基因(Hittalmani et al 1995)。

用 RFLP 或 RAPD 分子標記測知一分子標記與目標基因連鎖，往往要使用150個或更多分子標記及一相當數目的近同源系族群才能達到目的。Michelmore et al (1991)所創的混合法則較簡便。此法先把一雜交組合 F_2 分離世代中選取10-12個目標基因爲顯性同結合的個體及10-12個目標基因爲隱性同結合的個體歸爲兩群，分別取得此兩群染色體組DNA爲模版，以一群10個核甘酸的片段爲引子，PCR儀中擴增之。所得DNA片段在雜交組合兩親間及混合的兩群間均顯現多形性的便是與目標基因連鎖的分子標記。從此分子標記與目標基因在F_2 世代共分離的數據，可用MAPMAKER/EXP，定出兩者間的距離。如所得距離過大，可將第一次所得的分子標記當作目標基因，在原F_2 世代中選取顯性及隱性的各10-12株歸爲兩群，以一群10核苷酸片段爲引子作第二輪的擴增，找出在兩親間及混合的兩群間的染色體組DNA均顯現多形性的片段。如此數次循環擴增，最後可找到多個與目標基因連鎖的分子標記，彼等的距離則可利用在F_2 世代共分離的數據及MAPMAKER/EXP程式作多點分析定之。

(三)控制數量性狀基因座的定位：數量性狀基因座(QTL)分析就作物育種而言，可選擇性的分析控制一複雜性狀如株高、產量及橫式抗病性等的各個遺傳成分。此分析可估計數量性狀不同基因座對表型所作貢獻的大小，並能區別各種變異，例如由基因與環境相互作用、不同基因座基因間相互作用、或同一基因座等位基因所形成的。因此，數量性狀基因座分析賦予作物育種家判斷何一基因座在不同遺傳背景（品種）及環境中較爲有用的能力。

數量性狀基因座分析的基本是檢定控制一數量性狀各個基因所表現的表型與特定分子標記間的連鎖。此處的分子標記是指已建立在遺傳輿圖上的RFLP或RAPD分子標記。作此分析時又可分爲單一分子標記法及連鎖群（染色體）區段定位法兩種。前者使用t 值、變方分析及迴歸(Regression) 等測定，此乃將族群中的個體依表型分群，如群的表型與各群表型的平均有顯著差別，即認其所連鎖的分子標記位置爲控制該數量性狀的基因座。連鎖群區段定位法是把數量性狀基因座定位在連鎖群的區段範圍內，需要使用重組自交系(RIL)以及MAPMAKER/QTL或其他新推出的程式計算各基因座間顯著差別的臨界值。重組自交系族群的形成是將兩親（設一親抗病，另一親感病）雜交所得的F_1個體自交，得F_2 個體。次從每一F_2 植株逢機取一粒種子自交得F_3，如此取單粒種子及自交直至F_8 。最後取F_8 單株之全部種子成爲一重組自交系。如此，重組自交系的數目取決於F_2 族群的大小，而每一自交系生產數百粒水稻種子並非難事，足供田間試驗重複區集之用。

四、實驗材料及工具的取得

(一) Causse et al 1994 增補的RFLP與圖中分子標記的殖系可寫信給

Dr. Steven D. Tanksley
Dept. of Plant Breeding and Biometry
Cornell University
Ithaca, NY 14853
U.S.A.

(二) Kurata et al. 1994 構築的RFLP與圖中分子標記的殖系可向

Rice Genome Research Program (RGP)
MAFF DNA Bank
NIAR
2-1-2, Kannondai
Tsukuba, Ibaraki 305
Japan

(三) MAPMAKER/EXP 及MAPMAKER/QTL可向下列地址索取，但要說明自己所用電腦的類別

Dr. Eric S. Lander
Whitehead Institute
9 Cambridge Center, Cambridge
MA 02142
U.S.A.

(四) 寡（10）核苷酸片段為OPERON的產品有A.....Z，AA....等數十組，每組有20個寡核苷酸的片段。可向本地代理商購買，地址為台北市八德路四段403巷9號4樓。

五、結　語

本文回顧了分子標記的興起及其應用，看到應用分子標記於育種的時代，確已來臨。雖則目標基因與分子標記間的距離，尚未能做到垂手可摘的程度，卻已可在電泳膠體上確實看到分子標記在分離族群的個體間代代相傳。使分子標記與目標基因的距離縮得更短的技術已經存在，稻作育種家如何選擇、組合此等技術應用於育種，似乎更為重要。目標基因與分子標記距離的縮短，只是確定目標基因確實存在於當選的育種材料內。進一步如何使用這材料，那是育種家的專長。稻的轉殖技術，已經領先於玉米等作物。一旦分離到有用的基因，則稻作育種的前途更是光明燦爛。

參考文獻

Caetano-Anolles, G., B.J. Bassam, and P.M. Gresshoff, 1991. DNA amplification fingerprinting

using very short arbitrary oligonucleotide primers. Bio/Technology 9:553-557

Causse, M.A. T.M. Fulton, Y,G, Cho, S.N. Ahn, J. Chunwongse, K. Wu, J. Xiao, J. Wu, P.C. Ronald, S.E. Harrington, G. Second, S. R. McCouch and S. D. Tanksley, 1994. Saturated molecular map of the rice genome based on an interspecific backcross population. Genetics 138:1251-1274.

Champoux, M.C., G. Wang, S. Sarkarung, D.J. Mackill, J. C.O. Toole, N. Huang, S.R. McCouh, 1995. Locating genes associated with root morphology and drought avoidance in rice via linkage to molecular markers. Theor. Appl. Genet. 90:969-981.

Hittalmani, S., M.R. Foolad, T.Mew, R.L. Rodriguez, N. Huang, 1995.Development of a PCR-bassed marker to identify rice blast resistance gene, Pi-2(t), in a segregating population, Theor. Appl. Genet. 91:9-14.

Kurata, N., Y. Nagamura, K. Yamanoto, Y. Harushima, N. Sue, J. Wu, B.A. Antonio, A. Shomura, T. Shimizu, S-y. Lin, T. Inoue, A. Fukuda, T. A.. Miyao, L. Monna, H.S. Zhong, Y. Tamura, Z-x. Wang, T. Monna, Y. Umehara, M. Yano, T. Sasaki, and Y. Minobe, 1994. A 300 kilobase interval genetic map of rice including 883 expressed sequences. Nature Genetics 8:365-372.

Ko, H.L., D.C. Cowan, R.J. Henry, G.C. Graham, A.B. Blakeney, and L. G. Lewin, 1994. Random amplified polymorphic DNA analysis of Australian rice (Oryza sativa L.) varieties. Euphytica 80:179- 189.

Li, Z, S.R.M. Pinson, M.A. Marchetti, J.W. Stansel, W.D. Park, 1995. Characterization of quantitative trait loci (QTLs) in cultivated rice contributing to field resistance to sheath blight (Rhizoctonia solani). Theor. Appl. Genet. 91:382-388.

Martin, G.B., J.G.K. Williams, and S. D. Tanksley, 1991, Rapid identification of markerd linked to a Pseudomonas resistance gene in tomato using random primers and near-isogenic lines. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 88:2336-2340.

Martin, G.B., S.H. Brommonschenkel, J. Chunwongse, A. Fray, M.W. Ganal, R. Spvey, T. Wu, E.D. Earle, S.D. Tanksley. 1993. Map-based cloning of a protein kinase gene conferring disease resistance in tomato. Science 262:1432-1436.

Michelmore, R.W., I. Paran, and R. V. Kesseli, 1991. Identification of markers linked to disease-resistance genes by bulked segregant analysis: A rapid method to detect markers in specific genomic regions by using segregating populations. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 88:9828-9832.

Qian, H.R., J.Y. Zhuang, H.X. Lin, J. Lu, K.L. Zheng, 1995. Identification of a set of RFLP probes for subspecies differentiation in Oryza sativa L. Theor. Appl. Genet. 90:878-884.

Ramakrishma, W.,K.V. howdari, M.D. Lagu, V.S. Gupta, P.K. Ranjekar, 1995. DNA fingerprinting to detect genetic variation in rice using hypervariable DNA sequences. Theor. Appl. Genet. 90:1000-1006.

Reiter, R.S., J.G.K. Williams, K.A. Feldman, J.A. Rafalski, S.V. Tingy, and P.A. Scolnik, 1992. Global and local genome mapping in Arabidopsis thaliana by using recombinant inbred lines and random amplified polymorphic DNAs. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 89: 1477-1481.

Virk, P.S., H.J. Newbury, M.T. Jackson, and B.V. Ford-Lloyd, 1995. The identification of duplicate

acccessions within a rice germplasm collection using RAPD analysis. Theor. Appl. Genet. 90: 1049-1055.

Wang, G.L., D.J. Mackill, J.M. Bonman, S.R. McCouch, M.C. Chanpoux and R.J. Nelson, 1994. RFLP mapping of genes conferring complete and partial resistance to blast in a durable resistant rice cultivar. Gentics. 136: 1421-1434.

Welsh, J., and M. McClelland, 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. Nucl. Acids Res. 18:7213-7218.

Xiao, J.,J. Li, L. Yuan and S.D. Tanksley, 1995. Dominance is the major genetic basis of heterosis in rice revealed by QTL analysis using molecular markers. Genetics 140:745-754.

Yu, Z.H., S.R. McCouch, T.Kinoshita, S. Sato, and S.D. Tanksley, 1995. Association of morphological and RFLP markers in rice (Oryza sativa L.). Genome 38:566-574.

Yu, Z.H., D.J. Mackill, J.M. Bomman and S.D. Tanksley, 1991. Tagging genes for blast resistance in rice via linkage to RFLP markers. Theor. Appl. Genet. 81:471-476.

臺灣水稻產量的一些生理問題

陳烈夫、魏夢麗、鄭統隆
廖大經、陳正昌、曾東海、劉大江
臺灣省農業試驗所

前　　言

臺灣的稻作生產進步，在品種與栽培技術的改良方面都曾經有很好的成績，受到世界各國的重視；但是就稻作單位面積產量而言，如與高產國家比較，則台灣顯有不如。依據聯合國糧農組織1991年的統計資料，世界水稻稻穀單位面積產量排名前七位的國家是澳洲 (8.2 t/ha)、北韓 (7.5)、埃及 (7.3)、美國 (6.3)、南韓 (6.2)、日本 (5.9) 及中國大陸 (5.7)，而同年臺灣地區的稻穀單位面積產量僅爲5.3 t/ha (台灣省政府農林廳，1992)，甚至低於中國大陸。1991年臺灣地區一期作稻的產量爲6.3 t/ha，與美國的平均產量相當，略高於南韓、日本與中國大陸；二期作的產量爲4.2 t/ha，僅爲澳洲平均產量的一半左右。

作物的產量固然受品種、栽培技術與投入資材之左右，但是環境因子仍具決定性的影響；臺灣稻作產量以一期作高於二期作，即爲氣象因子有異的結果 (劉與謝，1979)。衡諸上述稻作高產國家，多位於溫帶地區，至少在夏季具有較多的日照時數與較高的日射量，如能配以適度的積溫與人爲條件，應爲作物高產的理想環境。臺灣位於亞熱帶，就稻作生產而言，是否氣象因子的表現有欠理想，以及品種與栽培方式是否能予配合，值得予以檢討。本文介紹臺灣地區稻作生產的一些生理問題，但由於牽涉之因素太多，只能簡單敘述，謹供參考。

臺灣水稻的產量表現

依據歷年臺灣農業年報資料，臺灣地區的稻作糙米單位面積產量在1945年僅爲1,163 kg/ga，1993年爲4,665 kg/ha，增幅高達三倍。如比較第一、二期作之糙米產量 (圖1)，可發現持續以第一期作高於第二期作，而且自1945年以來，期作間之差異有逐年擴大的趨勢。1993年第二期作的糙米產量爲4,310 kg/ha，一期作爲4,949 kg/ha，期作間之差異爲近十年來之最低者，雖然欠缺仔細的分析，但一般均同意是年第二期作水稻生育期間未遭遇颱風，降雨量低但不缺灌溉水，且日照充足，應爲最主要之原因。

水稻育種過程中包含稉稻區域產量比較試驗，自1978年起均以臺農67號爲對照品種，此一試驗在全省七個地區嚴謹執行，所得資料爲評估水稻產量表現之最可靠依據。圖2爲1978-1994年間區域試驗臺農67號水稻在各試區的平均產量表現，第一期作約爲 6,000 kg/ha左右，除1991-1994年外，變異較小；第二期作產量在年度間的變異較大，多介於4,000至5,000 kg/ha

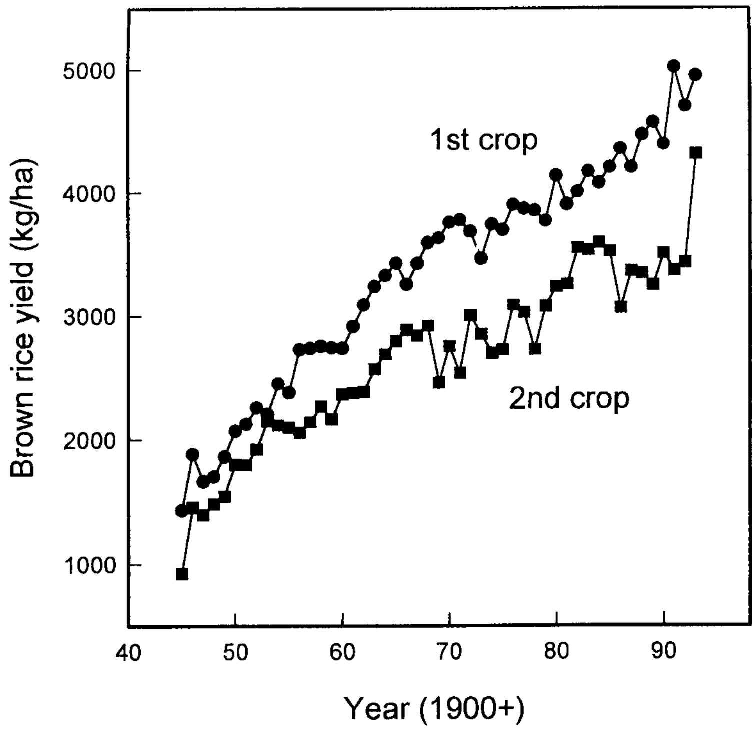


Fig. 1. Brown rice yield of the 1st and 2nd rice crops in Taiwan between 1945 and 1993

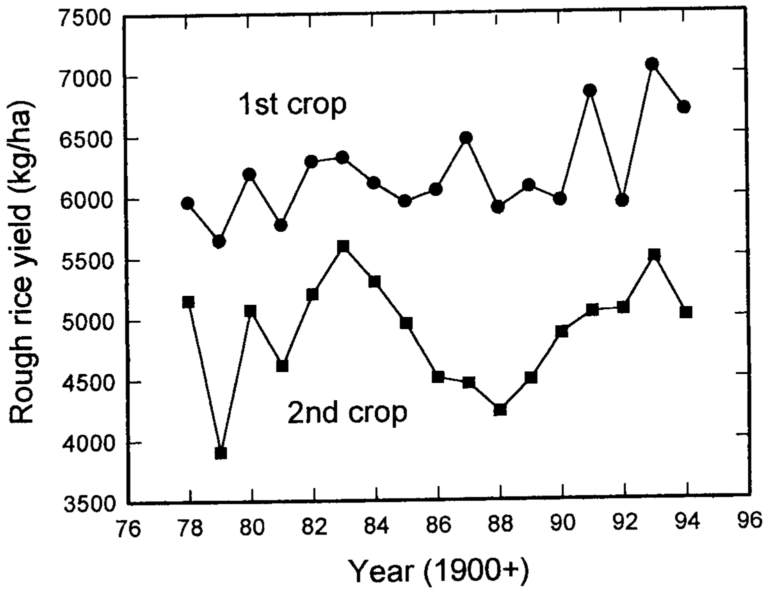


Fig. 2. Rough rice yield of Tainung 67 rice in regional yield trials

之間。

梗稻區域試驗中臺農67號產量與其他所有參試品系平均產量的比較列於圖3 (一期作) 與圖4 (二期作)。就第一期作而言，各品系平均產量少有超越臺農67號者，但差距在近十年間有減小的趨勢，顯示新育成品系的產量表現有所改進。第二期作的表現除於年度間極不規律外，各品系平均產量在部份年度超越臺農67號，但在86、91與93年又明顯低於對照品種臺農67號，顯示針對第二期作產量改進之育種成效並不顯著。在歷年試驗中，間有個別品系之產量優於對照品種，但整體而言，臺農67號命名迄今雖已近二十年，仍爲臺灣之高產代表品種。

水稻的產量構成要素表現

水稻的四個產量構成要素爲每株穗數 (或單位面積穗數)、一穗穎花數、結實率及平均粒重 (或平均千粒重)；對多數禾本科作物而言，產量構成要素的組成相似，且要素間有互補性 (Rasmusson, 1987; Dofing and Knight, 1994)。水稻在不同生育階段對各產量構成要素的形成有不同程度的影響，如能瞭解這些要素成分的表現，對於解析產量生理問題以及環境因子的作用，具有很大的助益。

利用1989-1994年區域試驗彰化大村、嘉義鹿草與宜蘭三星試區之平均數值資料 (表1)，比較臺農67號水稻在第一、二期作的產量表現，得知影響期作間產量差異的最主要因子爲一株穗數，其次爲結實率；雖然一、二期作的一穗穎花數差別不大 (以二期作稍高)，但是配合一株穗數，仍然可以確定單位面積的穎花數目是決定產量的最主要因子。

表1. 臺農67號水稻在區域試驗的產量構成要素表現
(1989- 1994年大村、鹿草及三星試區之總平均)

期作	一株穗數	一穗穎花數	結實率 (%)	千粒重 (g)	理論產量 (kg/ha)
1	16. 2	90. 7	83. 9	24. 59	6, 736
2	13. 1	94. 9	78. 9	24. 65	5, 372

如果想要獲得8 t/ha的稻穀產量，假設結實率爲90%，千粒重爲25 g，則每平方公尺的穎花數應在35,000個左右，後者也是較難達到的目標。經於1992-1993年執行水稻栽培密度試驗 (表2)，行距均爲30 cm，株距分爲7.5 cm與15 cm (慣行株距) 兩種，發現密度處理對結實率與千粒重並無顯著影響，但是對一株穗數與一穗穎花數的作用則達到顯著水準，並進而表現於產量。第一期作株距15 cm處理之每平方公尺穎花數約爲28,500個，密植處理約爲37,100個；第二期作的數值分別爲27,000與35,300個。此一結果顯示在本項試驗的條件下，以慣行之30×15 cm行株距栽培水稻，並不能充份的利用環境 (空間) 資源；如果以均勻之密植方式 (行株距30×7.5 cm) 栽培，可以大幅提高單位面積的穎花數目與產量，即使在供源能力可能不足的第二期作 (Wei et al., 1982)，此一現象仍然存在。由此推論，如果以更小的株距 (如直播方式) 栽培水稻，經由一株穗數與一穗穎花數的配合，是否對空間資源有更充份的利用，可以更進一

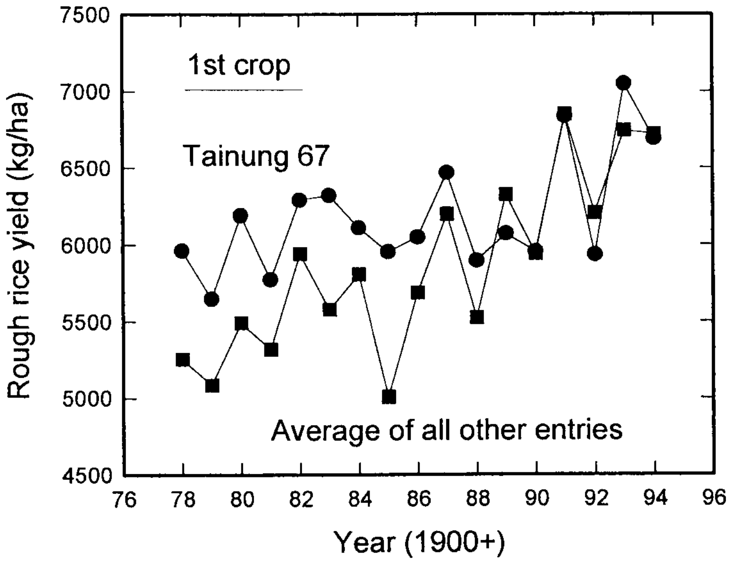


Fig. 3. Comparison in rough rice yield between Tainung 67 and the average of all other entries in regional yield trials (1st crop)

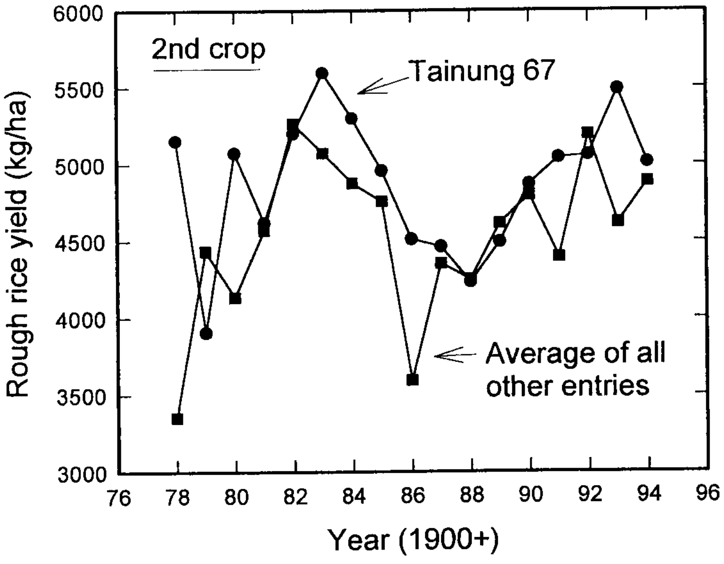


Fig. 4. Comparison in rough rice yield between Tainung 67 and the average of all other entries in regional yield trials (2nd crop)

步提高產量，似乎可以再予探究。

表2. 栽培密度對臺農67號水稻產量的影響 (1992-1993)

期作	株距 (cm)	一株穗數	一穗穎花數	結實率 (%)	千粒重 (g)	產量 (kg/ha)
1	15	14. 1*	91. 2*	87. 3	23. 93	5, 969*
	7. 5	7. 9	105. 8	89. 4	23. 67	7, 860
2	15	12. 2*	99. 8*	78. 9	23. 13*	4, 949*
	7. 5	7. 2	110. 4	78. 1	22. 33	6, 160

株距均為30 cm。
*表示同期作內兩處理間差異顯著。

水稻是具有分櫱能力的作物 (賴與蔡，1981；Miller et. al., 1991)，分櫱能力與栽培密度呈現負向關係。近年來農民栽培水稻時，所使用的移植苗數有增多現象，有別於試驗場所多年來的推薦苗數，是否有益於產量表現，值得懷疑。於1993-1994年進行試驗，比較四種移植苗數 (1、5 、10、15) 處理下的產量及其構成要素 (部部資料列於表3)，得知苗數對稻穀產量完全沒有影響；進一步分析產量構成要素的表現，雖然單本植植株的每株穗數較15支苗處理的穗數為低，一穗穎花數較多，但每平方公尺的穎花數差異不大，一期作兩處理分別為29,700與31,900個，二期作分別為29,600與29,400個，因此雖然一期作的結實率較高，但並不能使產量有所差別。

表3.　移植苗數對臺農67號水稻產量的影響 (1993-1994)

期作	移植苗數	一株穗數	一穗穎花數	結實率 (%)	千粒重 (g)	產量 (kg/ha)
1	1	11. 8*	113. 2*	89. 8*	23. 55	6, 277
	15	20. 6	69. 8	85. 1	23. 07	6, 273
2	1	11. 2*	119. 0*	83. 5	23. 35	5, 774
	15	18. 0	73. 5	81. 7	23. 63	5, 675

行株距為30 × 15 cm。
*表示同期作內兩處理間差異顯著。

比較上述栽培密度與移植苗數兩項試驗，獲得不同的結果，即均勻的密植 (株距7.5 cm) 可以提高產量，株距為15 cm但定點式的增加苗數 (穗數) 則沒有提高產量的效果，主要的決定因子為單位面積穎花數。另一個引申的推論為即使單位面積的穗數相等，但是如果這些穗

的平面排列方式不同，所導致的結果(單位面積穎花數)也不相同。換言之，分蘖(穗)在田間的分佈狀況經由影響對環境資源的利用程度而表現於一穗穎花數及產量。

日射量對水稻產量的影響

植物具有光合作用的能力，接受光能，將其轉變爲化學能，並用以合成碳水化合物，是形成產量的基礎。就水稻而言，雖然屬於C_4型植物，對日射量仍然有極高的需求量(Matsushima, 1976；Sinclair and Horie, 1989)。依據Yoshida (1983)的報告，水稻在不同生育階段對日射量的需求也有差異，在營養生長期間，300 cal cm^{-2} day^{-1}的日射量即可支持7 t/ha產量所需的營養生長；生直生長期間的受光量如爲100-500 cal cm^{-2} day^{-1}，與3-7 t/ha的產量表現呈正相關；在穀粒充實期間，日射量100-400 cal cm^{-2} day^{-1}則與4-6.3 t/ha之產量呈正相關。在台中地區，Wei et al. (1982)分析水稻自抽穗至熟期間莖稈內非構造性碳水化合物含量的變化，推測第一期作水稻的供源充裕，積儲容積是產量的限制因子，亦即葉面積與日射量的配合超過產量構成要素乘積的需求量；反之，供源與積儲兩者可能並爲第二期作水稻產量的限制因素。

在本省直接測定田間日射量多寡與水稻產量關係的報告並不多見，翁與陳(1984)探討第一、二期作水稻產量的差異，曾提出第二期作寡日照使稻單葉光合能力無法發揮，是減產的重要原因。本省宜蘭地區第二期作水稻在生育中、後期因受連續陰雨影響，產量甚低，推測亦爲日射量不足之故。比較1992至1994年水稻區域試驗宜蘭試區第二期作的產量資料(表4)，得知1993年的產量最高，超過1992與1994年近25%，主要原因爲單位面積穎花數顯著較高。前曾述及1993年第二期作產量爲多年來之最高者，日射量充裕可能爲最重要的決定因子。參考中央氣象局出版之氣象旬報，1993年蘭陽地區9月份日照時數爲189小時，10月份爲86小時，都明顯的低於其他地區的日照時數，但與往年之平均比較，則分別多出56.2%與20.0% (表5)，此一時段約涵蓋水稻營養生長後期至穗發育期，對於提高一穗穎花數目應有助益，也與產量表現有密切的關係。

作物利用光能的能力也受到葉片形態與立體結構的影響，對半矮性的水稻品種而言，一般認爲葉片宜較短，角度宜小，對產量較有助益(Chandler, Jr., 1969)。經以十一個水稻品種的大分蘖爲材料進行試驗，在抽穗期調查劍葉及第二、三葉的長度與面積，分析與產量的相關，發現第二期作時第二葉或第三葉與劍葉的長度或面積比值，均與產量呈極顯著的正相關，

表4. 區域試驗宜蘭三星試區臺農67號水稻產量性狀比較
(1992-1994；第二期作)

年次	一株穗數	一穗穎花數	結實率 (%)	千粒重 (g)	產量 (kg/ha)
1992	12.0	76.1	68.6	23.14	3,133
1993	13.9	85.8	64.7	22.84	3,900
1994	13.2	75.4	62.6	23.04	3,186

表5. 1993 年台灣部份地區月總計日照時數
(括弧內數字爲與歷年比較之差異，%)

地 點	9月	10月
桃園場	215.2 (+58.2)	183.7 (+36.6)
菸試所	250.6 (+53.4)	263.0 (+20.8)
溪口農場	194.1 (+30.6)	141.6 (-10.1)
蘭陽分場	189.4 (+56.2)	86.0 (+20.0)

換言之，劍葉的相對長度(面積)較小，而第二、三葉的相對長度(面積)較大時，光線較易於穿透葉層，使低節位葉片的光合成量增加，有利於產量表現；在第一期作時，僅以第二葉與劍葉的長度比值與產量有正相關(表6)。此一結果顯示，在試驗所採行的各項條件下，第一期作低節位葉片是否能接受更多的光量，對產量的影響不大，亦即供源能力較爲充裕；至於第二期作的產量，則對低節位葉片光合能力的依賴度較高。事實上，水稻生理學者亦多同意短小的劍葉有助於提高產量，Matsushima (1976) 即提議以第三葉長度爲基準，認爲劍葉與第二葉的長度應分別較第三葉短30-40% 與5-10%，方能具有最高的光能利用效率。

表6. 11個水稻品種抽穗期葉片形態性狀與稻穀產量的關係

性 狀	一期作	二期作
長度比值		
第二葉：劍葉	0.631**	0.823**
第三葉：劍葉	0.247	0.831**
面積比值		
第二葉：劍葉	0.311	0.809**
第三葉：劍葉	0.339	0.791**

經以十一個水稻品種大分蘗在第二期作的形態性狀表現，以及與產量的關係，大致而言，可以發現如與高產品種台農67號比較，早期的品種(台中65號、嘉農242號、台北309號)第三葉與劍葉的長度比值均較低，而更高產的秈稻品種(台中秈3號、台中秈10號)則具有較高的比值。這些資料顯示在第二期作的環境下，日射量充足與否，以及水稻植株所能利用的光能量，對產量有相當大的決定性。

Sinclair and Horie (1989) 曾經以水稻單位面積葉片內所含的氮素量爲單位，計算光合成能力的表現，以之定義爲光能利用效率 (radiation use efficiency)。本研究室多年來分析水稻抽穗期葉片的氮素濃度，企圖解釋第一、二期作水稻產量差異的生理原因，但在大多數試驗中，二期作稻葉片氮素濃度並不低於一期作稻。但是在穀粒充實期間，二期作稻葉片氮素濃

度的降低速率與幅度卻較明顯，可能不利於右片生理活性的表現 (Feller, 1986)，換言之，葉片的產量效率表現具有差異。如定義稻穀產量與抽穗期葉面積或葉片所含氮素量的比值爲產量效率 (表7)，在第二期作的試驗中發現高產品種台農67號有最高的產量效率，亦即具有較佳的光能利用效率。如結合光能利用效率與氮素利用效率 (N use efficiency; Moll et al., 1982) 兩項觀念，以育種爲手段，是否可以選育具有優良、高效率生理活性的品種，從而提高產量，值得多予思考。

表7. 水稻品種間的產量效率比較 (第二期作)

品　種	產量效率*					
	mg/cm^2 LA			mg/mg LN		
臺農67號	27.5	(100.0)	a	161	(100.0)	a
臺南5號	25.5	(92.7)	b	143	(88.8)	b
臺農70號	28.3	(102.9)	a	148	(91.9)	b
臺梗2號	26.1	(94.9)	ab	156	(96.9)	a
Pegonil	17.4	(63.3)	c	115	(71.4)	c

*抽穗期每單位葉面積 (LA) 或葉片氮素含量 (LN) 的對應稻穀產量。

水稻抽穗持續時間與產量表現

水稻具有分蘗能力，各分蘗發生的時序不同，抽穗的時間也可能有所差別。如果抽穗持續時間 (第一穗抽出至最後一穗抽出) 較長，在同時收穫的情況下，部份稻穗可能因過熟而易於脫粒，部份稻穗又可能因未至適當成熟期而使青米率提高，或使千粒重降低，不但影響產量，也可能不利於品質表現。

國內有關水稻抽穗持續時間的報告甚少，至於與產量間的關係，或因試驗規模龐雜，以往未見報告。本研究室最近曾連續進行兩年四個期作之試驗，以台農67號水稻爲材料，採用不同苗數移植，於水稻抽穗時逐穗標幟，成熟期分穗收穫，詳細調查產量及其構成要素。水稻抽穗持續時間的資料列於圖5，第一期作約爲10日左右，第二期作則可能長達三週以上，並且受到溫度與降雨的影響。如果以達到50%抽出穗數後30天收穫，則第二期作水稻早抽出之穗可能在抽穗後40天以上才到達收穫時間，而最晚抽出者尚不及20日，可見差異極爲顯著。

經初步粗估產量構成要素的表現，早抽出穗的一穗穎花數有較多的趨勢，第一期作田間水稻約在第一穗抽出後4-7日形成75%之最終產量潛能，第二期作則長達10-12日，亦即第一期作水稻抽穗數目與產量形成均較爲集中，就產量而言，應較爲有利。本項試驗之數據尚未分析完畢，但就現有資料而言，水稻抽穗持續時間較一般瞭解者爲長，是否與高次位分蘗之發生與抽穗時序有關，尚待證實。在國外曾有學者倡議使用不分蘗之單稈 (uniculm) 禾穀類作物品種，認爲最有利於提高產量 (Rasmusson, 1987; Dofing and Knight. 1994)；在水稻方面，是否

可以育成分蘗能力低之品種，或以栽培方式控制分蘗數，使抽穗期更為集中，配合栽培技術，以期有利於產量與品質的表現，也是值得探究的問題。

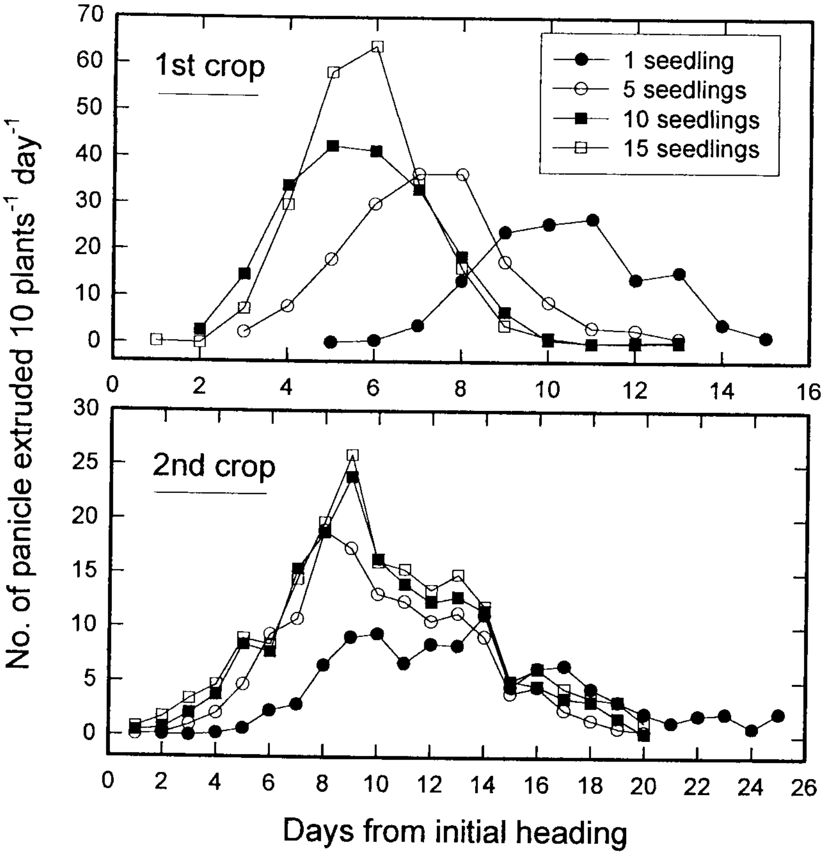


Fig. 5. Effect of seedling number for transplanting on the heading duration of Tainung 67 rice

參考文獻

1. 台灣省政府農林廳。1992。台灣農業年報 1991年版。中興新村。
2. 翁仁憲、陳清義。1984。期作間水稻光合作成物質生產、分被及產量之比較。刊載於「稻作區域性與期作性低產及增產措施之研究」(劉大江、謝順景編)。台灣省農業試驗所特刊第16號。臺中縣。
3. 賴光隆、蔡養正。1981。水稻分蘗形成過程之觀察。中華農學會報 新115：14-18。
4. 劉大江、謝順景(編)。1979。台灣二期作稻低產原因及及解決方法研討會專集。國科會研討會專集第2集。國科會，台北市。
5. Chandler, Jr., R. F. 1969. Plant morphology and stand geometry in relation to nitrogen. In:

Physiological Aspects of Crop Yield (J. D. Eastin, F. A. Haskins, C. Y. Sullivan, and C. H. M. Van Bavel, eds.). Ameri. Soc. Agron., Madison, WI.

6. Dofing, S. M. and C. W. Knight. 1994. Yield component compensation in uniculm barley lines. Agron. J. 86:273-276.
7. Feller, U. 1986. Proteolytic enzymes in relation to leaf senescence. In: Plant Proteolytic Enzymes (M. J. Dalling, ed.). Vol. II. CRC Press, Boca Raton, Florida.
8. Matsushima, S. 1976. High-yielding Rice Cultivation. Univ. of Tokyo Press, Tokyo.
9. Miller, B. C., J. E. Hill, and S. R. Roberts. 1991. Plant population effects on growth and yield in water-seeded rice. Agron. J. 83:291-297.
10. Moll, R. H., E. J. Kamprath, and W. A. Jackson. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agron. J. 74:562-564.
11. Rasmusson, D. C. 1987. An evaluation of ideotype breeding. Crop Sci. 27:1140-1146.
12. Sinclair, R. R. and T. Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. Crop Sci. 29:90-98.
13. Wei, M. L., M. C. Shen, C. S. Chen, and D. J. Liu. 1982. Physiological studies of rice tillers. I. Partition of dry matter, nitrogen, and total nonstructural carbohydrates during grain-filling. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(A) 6:190-196.
14. Yoshida, S. 1983. Rice. In: Potential Productivity of Field Crops under Different Environments. Intl. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.

本省稻作病害防治

張 義 璋
臺灣省農業試驗所

文獻記載本省稻作及稻米共有六十七種病害，其中包含不同病原引起同一病害如秧苗立枯病，或同一病原引起不同病害。時代變遷導引耕作方式改變，各種病害的重要性亦隨之互有消長。目前本省主要稻作病害：苗期以苗徒長病及箱育秧苗立枯病為主；本田期葉部病害以稻熱病及白葉枯病兩種流行病最重要，胡麻葉枯病及褐條葉枯病為地區性風土病，線蟲白尖病近年很普遍值得留意；葉鞘及稻莖病害以風土病之菌核性病害最重要，再生稻栽培或乾旱季節葉鞘腐敗病則常發生；稻穗病害以穗稻熱病、胡麻葉枯病及細菌性穀枯病較重要，稻麴病則依地區及稻品種而有不同的重要性；稻米病害早期雖有報告，但因倉儲設備改善，較少發生病害問題，研究相對少。植物病害防治分拒病法、除病法及防病法三大法則，法規檢疫之拒病法在稻作病害防治中較未受重視，除病法及防病法為主要防治策略。稻作病害之除病法包括輪作、拔除病株如苗徒長病、消滅越冬寄主如翻犁稻樁入土再休耕、及剷除田間輪替寄主如李氏禾等雜草。防病法包括調節栽培環境如覆蓋塑膠布、耕作法如肥料調配適當增強稻株抗性、種子處理如稻種消毒、防除媒介昆蟲、藥劑防治配合病害流行學及發生預測、及抗病育種。目前本省稻作病害的防治工作做得很好，甚少因病害引起稻米大量減產。未來水稻栽培已不只是糧食生產，水田的蓄水功能同時也是環境保育工作，相對而言水稻應採擬有機農業栽培法，增加農田永續性，稻作病害防治則採用綜合病害管理，包括稻品種抗病基因多變化增加田間抗病之持久性、育出抗多種病之稻品種、栽培管理改良、稻品種適地適種、減少化學農藥使用、開發拮抗生物防治病害技術、及稻株有益微生物應用增強抗病性。

本省稻作病害發生概況

一、曾受矚目的本省水稻病害

稻米自古至今一直為本省人民主要糧食，稻作發生嚴重病害常帶給人們災難，清朝以前可謂欠缺資料。日據時代期間雖資料亦片斷不全，但已可捕捉到稻作病害對稻作及人們影響之影子。過去的經驗可看出水稻病害的發生與稻品種及環境呈現密切的三角關係，其中稻品種佔最重要，罹病品種的推出或抗病品種的罹病化常帶來不可估算的損失。

稻熱病為一存在本省已久的老流行病，本病曾數次嚴重發生驚動各界。據家父告知，1923年即日本裕仁太子來臺旅行當年，本省第一期稻作發生嚴重稻熱病，第二期作又發生大旱災，造成全年稻米大減產。1899年日本政府將日本型稻種引進臺灣試種，初期只適合高冷地栽種，至1922年改善育苗技術而克服種植日本型稻的困難，平地種植日本稻的面積自1923

年起迅速擴大，隨之在1926年日本型稻種發生嚴重稻熱病，造成幾無收量的損失，因而開啓本省稻熱病抗病育種的楔機。1966年葉稻熱病及穗稻熱病發病面積均達七萬餘公頃，各佔栽培面積二成一，當年抗稻熱病品種臺南五號適時推出，深受好評。

1960年屏東地區發生不明病害。當時有學者認爲係土壤排水不良引起之生理性窒息病。農試所農藝系繆進三先生發現品種間及雜交集團內單株上爲害程度差異甚大，因此認爲除眞正的窒息病外，尙有非窒息病之黃枯症，並推測黃枯病具傳染性，但未試驗證明。植物病理方面，由邱人璋博士證明係昆蟲傳播之寄生性病害，此即爲水稻黃葉病之發現。

1965年本省宜蘭羅東地方，將近有200公頃的水稻嚴重發生水稻白尖病，每公頃收不到500公斤的稻穀，當時認爲係農民選用未經農業試驗場所試驗過之某品種所致，但後來試驗發現該品種與嘉農242號品種對白尖病的感病性差異不大。

政府爲減少耕種所需勞力推廣機械揷秧，機械揷秧係採用育苗箱育苗。箱育秧苗採用淺播密植，有利於眞菌等微生物繁殖，推廣初期即1971年第一期作首次發生嚴重秧苗立枯病，影響農時及機械揷秧的推廣，緊急研究對策找出防治藥劑，機械揷秧方能順利推展。

1973年嘉農秈選8號及嘉農秈11號分別在第一期作及第二期作命名登記，兩品種均爲高產的良質米，後者又爲本省第一個具抗褐飛蝨的長秈稻品種。但是1974年在嘉南地區示範推廣時，卻全面發生嚴重的急性萎凋型白葉枯病，震驚各界，導致該兩品種未能大面積推廣，隨後雖尙有少數農民種植，但未再發生急性萎凋型白葉枯病。

1976年第二期作臺南地區發生大面積的水稻不稔症，尤其以官田鄉爲甚，發病田水稻全面不稔，造成大量減產，病因不明。當時農復會、農林廳及各農業機關學校會勘，並積極研究探討原因。經學校及農業試驗場所之研究人員，就土壤、生理、昆蟲及病理等方面研究，結果研判是稻細 與葉鞘腐敗病菌共同爲害所致。殺蟲劑巴拉松乳劑可殺稻細 ，對稻不稔症有防治效果。

1982年第二期作本省屏東縣南州鄉有一農民向兩個育苗中心購買秧苗種在同一區田內，到水稻乳熟期時，其中一半發生嚴重的穗枯現象，經農林廳、農試所及高雄改良場派員共同會勘，並由農試所攜回鑑定證明係由細菌性穀枯病所引起。

二、本省重要病害發生概況

文獻記載本省稻作及稻米共有六十七種病害，其中包含不同病原引起同一病害如秧苗立枯病，或同一病原引起不同病害。時代變遷導引耕作方式改變，各種病害的重要性亦隨之互有消長。例如三十年以前，以水秧田之苗腐敗病常造成第一期稻作育苗失敗，後來有塑膠布的覆蓋保溫，苗腐敗病已不再嚴重，近來年機器揷秧盛行，箱育秧苗立枯病爲主要苗期病害。耕耘機替代牛犁，以及半矮性稻品種改變稻叢間的微氣象，近三十年來紋枯病已成本省稻作主要風土病。目前本省主要稻作病害，分述如下。

苗期以苗徒長病及箱育秧苗立枯病爲主，苗稻熱病、紋枯病及胡麻葉枯病等爲偶發病害，或秧苗管理不當所致。稻苗徒長病係經稻種傳播，政府鼓勵稻種消毒已有成效，每年發病面積不大、發病百分率亦不高，但因病徵明顯又爲全株性病害較受重視。本省稻作大多採用機器揷秧，機器揷秧需利用育苗箱育苗，因採用淺土密植有利土壤微生物繁殖，第一期作遇低溫時常嚴重發生秧苗立枯病，因病原菌種類複雜致使防治藥劑效果不穩定。

本田期葉部病害以稻熱病及白葉枯病兩種流行病最重要，胡麻葉枯病及褐條葉枯病屬於地區性風土病。稻胡麻葉枯病每年發病面積約爲2～3萬公頃，發生地區爲砂質土或淺土等肥力較差之稻田爲主。稻條葉枯病在桃園縣、苗栗縣及雲林縣等地區之第二期作較常發生，再生稻栽培亦常發生。近年來因實施稻田轉作旱作面積增加，稻種傳播加上因寄主植物終年存在田間，線蟲白尖病近年很普遍，尤其草莓栽培區値得留意。

本省每年均有稻熱病發生，爲第一期水稻的主要流行病，臺灣省政府農林廳從1961年開始對本省稻作病害有調查記錄。結果在1985年以前第一期作發病面積均在一萬公頃以上，其中1965、66、73、75及79年之第一期作發病面積達五萬公頃以上最爲嚴重，這期間只有1963、77、80、84及85年之發病面積在二萬公頃以下。從1986年至1995年期間，只有1987年發病26,714公頃、1990年12,489公頃及1992年11,664 公頃較嚴重，其餘平常年之發病均在一萬公頃以下。本省常發生稻熱病的地區：壯圍、峨嵋、苗栗、埔里、竹山、名間、二林、林內、石榴、竹崎、白河、旗山、美濃、九如、竹田、萬丹、潮州、恆春、楓港、車城、關山及富里等，多以靠山區爲主。

稻白葉枯病原爲本省第二期稻作病害，1980年以前只有1968、70 、75及77等年第二期作發病面積達一萬公頃以上，未超過二萬公頃，第一期作甚少發生白葉枯病。自1981年後，年發病面積均在1萬5千公頃以上，其中1985、89及94等年第二期作發病面積均達四萬公頃以上較嚴重。近年來本病在第一期作亦常有發生，1989、90及92等年第一期稻作發病面積均達一萬公頃以上。本病引起水稻產量損失不亞於稻熱病，對米質影響常比稻熱病嚴重。

葉鞘病害以菌核性病害，包括：紋枯病、赤色菌核病、褐色菌核病、小粒菌核病、灰色菌核病、球狀菌核病、褐色紋枯病及褐色小粒菌核病等風土病較普遍，其中以紋枯病最重要。稻紋枯病爲本省水稻的一種風土病，雖然大部份農民均知道適時防治，自1966年至今，紋枯病發病面積率一直維持在10％以上，每年爲害程度之平均爲水稻各病害之冠。再生稻栽培或乾旱季節葉鞘腐敗病則常發生。

稻莖病害包括全株性病害，最常見者爲稻徒長病、小粒菌核病、菌質病及病毒病害。稻徒長病之發病面積近十年來均低於一千公頃，早年則在0.5-2.0％之間，本病之病株比健株高而突出甚醒目。近年來小粒菌核病並不嚴重。菌質病之黃萎病再生稻發生較多。病毒病害中黃葉病近年來發病較輕，縞葉枯病較多尤其暖冬的次期作發病會普遍而嚴重，其它病毒病害目前均尙無嚴重之報告。節稻熱病在山區或流行年亦甚普遍。

稻穗病害早期較重視穗稻熱病及胡麻葉枯病引起之穀粒病害，有關研究亦依附在該兩種病害研究中。1982年在屏東南州發現細菌性穀枯病，目前已知本病是本省中南部第二期作的主要病害之一，但因病徵與其它穀粒病害相似，非有經驗人員不易分辨，因此尙無發病面積之統計資料。稻麴病爲另一普遍性穀粒病害，一般發病不嚴重，部份地區及稻品種如臺農7O號對稻麴病較感病而常嚴重發病。

稻米病害早期有報告，黑變米、乳白米、赤黴病、黃變米、米黑腐病、米黑點病及赤米病等，分別由眞菌或細菌引起，近年因倉儲設備改善，近年倉儲稻米較少發生病害問題。

本省稻作主要病害之生態

秧苗立枯病：本病之病原種類甚多，主要來自育苗土中，旱地土壤中菌類密度比水田土壤

高，以旱地土壤爲栽培土容易發生立枯病，以表土爲栽培土之發病率較心土爲高。病原菌多屬腐生菌或兼寄生菌，致病力弱，秧苗在20℃以上生長快速不易發生立枯病，15℃以下生育受阻、抵抗力弱、易發生立枯病，本省第一期作遇低溫寒流時容易發生立枯病。土壤酸鹼値pH 5.0以上易發病，但pH 4.0以下對稻苗生長不良。稻種播種量多則秧苗纖細抵抗力弱，秧苗稠密致苗間濕度高病原菌滋長迅速，易發生秧苗立枯病。

稻熱病：本病主要感染源來自稻種帶菌、殘株或稻椿，環境適宜時病菌產孢快且多，病害蔓延迅速，故爲流行病，在田間病株分佈均勻。稻熱病菌感染水稻及產孢需要有水膜及幾近飽和之相對濕度，最適溫度爲24～28℃。生長於20℃之水稻比生長於24～30℃者感病。水溫較氣溫高時稻株較感病。分蘗盛期後之稻株對葉稻熱病抗性增加，本省梅雨期早來易發生葉稻熱病，晚來則較易發生穗稻熱病。山區因霧氣重濕度高，比開闊地區易發生稻熱病。氮肥多稻株感病，前期作種植蔬菜或菸草之稻株較感病。鉀肥多較抗病。乾旱後遇雨促使稻株大量吸收氮肥，使稻葉呈現濃綠，對稻熱病較感病。水稻密植區因微氣象屬於高濕，尤其露期較長，易發生稻熱病。

白葉枯病：本病之第一次感染源來自稻種帶菌、田水、田間禾本科作物或雜草；第二次感染源之傳播，主要靠水、人或動物攜帶，接觸感染再由水孔進入葉片組織。高溫高濕爲本病主要發生條件，高溫適合病菌生長，高濕有利病菌傳播及侵入，颱風挾帶高雨量易造成稻白葉枯病大流行，一般觀念認爲係颱風造成稻葉傷口有利病菌感染，由近年來本省稻白葉枯病日漸猖獗，第一期作發病面積逐年擴大之情形，颱風並非必要條件，長期下雨或濃霧均有利本病之傳染。農友之作業習慣亦爲主要影響因子，露水未乾前下田工作將成爲主要傳播工具，常使白葉枯病呈現帶狀分佈。

稻紋枯病：本病主要初次感染源爲菌核，田水中菌核之漂浮量在整田後到插秧期間最多，稻田中下風處水面的菌核量比上風處多。漂流之菌核碰到水稻植株會附著在葉鞘外側，並隨水稻之生長而昇高。分蘗中期因稻叢莖數增加，稻叢間濕度加大，菌核開始發芽感染葉鞘致病。病菌侵入水稻組織後，利用菌絲在組織中蔓延擴展，田間交織的稻葉爲紋枯病橫向病勢進展的傳播工具。紋枯病菌無分生孢子，靠菌絲接觸感染，因此本病在田間呈聚集型分佈。溫度24～28℃最適合發病及病斑擴展，相對濕度在81～92％最適合稻紋枯病之發生。

小粒菌核病：本病以菌核爲初次感染源，整地至插秧時田水中菌核量最多，常像一層黑煙浮於水面，附著在稻株上之菌核多，但只有少數菌核發芽後會感染水稻葉鞘。本病菌最適感染溫度爲24～28℃，病斑發展最適溫度爲3O℃。多施氮肥易發病，多施鉀肥可減少發病，磷肥影響不大，矽酸可增加稻株抗性。本田初期田水深，小粒菌感染稻株比例高，病菌侵入葉鞘組織後之病勢進展，則淺水區較快。早熟品種水稻比晚熟品種較感病，稻齡與感病性成正相關。

稻徒長病：適合水稻生長之溫度亦適合徒長病發生，大氣中相對濕度對徒長病之影響不大，土壤濕度影響則很大，湛水狀況下不適合鐮孢病菌生長，徒長病發生較少，機插用箱育秧苗因播種量多土壤淺又非湛水狀態，因此徒長病比較多，但因育苗期間短，病徵顯現前已插秧。稻苗徒長病以稻種爲主要傳播途徑，稻徒長病田中之健全穀粒外殼幾乎都被病菌污染，播種後發病率一般低於10％；徒長病株之穀粒無論有否稔實，稻殼及胚乳上均存有大量病菌，播種後全部發病，很快枯死並產生大量孢子感染其它秧苗。

胡麻葉枯病：本病初次感染源分別來自帶菌稻種及病株稻草，病菌腐生性强，環境不良靠菌絲或分生孢子殘存。感染稻種之分生孢子平均可存活兩年，病組織中之菌絲平均可存活3-4年。本病菌之分生孢子無休眠性，溫度20-28℃之高濕環境下，分生孢子在稻葉表面，經4-8小時即可完成侵入過程。砂質土壤、泥炭地土壤或土壤淺之稻田，因土壤貧瘠及保肥力差，稻株缺乏氮肥、鉀肥及矽酸易發生本病。其它病蟲害發生後，造成水稻生育不良，亦會併發本病，其中以黃萎病及病毒病害最明顯。

葉鞘腐敗病：本病可經由稻種傳播，在田間之腐生性亦很强，病株稻草在田間潮濕環境下，病組織上會產生大量孢子，病菌並會繼續擴展，與其它腐生菌競生，本病菌在稻田間普遍存在，稻株因其它病蟲爲害而衰弱時，易發生本病。秈稻品種大多對典型葉鞘腐敗病較感病，日本型稻則對稻細　與本病菌複合感染的不稔症較感病。

細菌性穀枯病：本病第一次感染源主要來自稻種傳播，稻孕穗後至抽穗後2日之期間最感病，至乳熟後期即不易發病。本病發病溫度在24℃～35℃之間，又以30℃～35℃最適合發病。稻抽穗前後陰雨氣候有助於本病之發生。第一期稻作抽穗期，雖然濕度夠高，但溫度不高，尤其夜間溫度太低，故本病發生較少。第二期稻作抽穗期，中南部氣候高溫多濕，本病發生較普遍；北部稻抽穗期間則較少同時高溫高濕，本病甚少發生。

黃萎病與黃葉病：兩病均由黑尾葉蟬類媒介傳播，媒介蟲可終生帶毒但不經卵傳給後代，只是葉蟬吸毒後至可傳毒的潛伏期兩病原有不同。媒介蟲吸入黃萎病菌質後，經過約3週之潛伏期後可傳病，稻株感染菌質後潛伏期3～6週，苗期感染者至分蘗期顯現全株病徵，病株不抽穗，分蘗期感染者僅少數分蘗病變，抽穗不良程度因感染期間而有差別，孕穗期至抽穗期感染者，至水稻成熟期未顯現病徵，收割後長出再生稻會出現鮮黃色病徵。媒介蟲吸入黃葉病之病毒後，約經1～3週之潛伏期即可傳病，第一期作秧苗感染病毒約經三至四週潛伏後顯現病徵，第二期作秧苗被感染經1～2週即現病徵，本病之病株收割後不長稻樁，田間第一次感染源均來自帶毒媒介昆蟲，因此第一期作發病比第二期作少。

稻縞葉枯病：本病由斑飛蝨媒介傳播，斑飛蝨吸病毒至能傳毒之潛伏期受氣候及蟲齡影響，約爲5～21天，經過潛伏期後之2週內傳毒能力最强，帶毒蟲終生帶毒，並可能經帶毒母蟲傳給子蟲。稻株被感染後，因環境及稻齡不同，潛伏期爲10～25天。斑飛蝨及本病病毒之寄主範圍均廣，因此病害之發生受斑飛蝨族群密度影響最大。

稻白尖病：病原線蟲經由稻種傳播，因捲曲膠著於稻殼內表呈休眠狀態，可存活三年以上。田間水稻收穫後，病原線蟲也可在稻稈、遺落田間穀粒或秕粒存活越冬，這些帶蟲材料藉由灌溉水流到秧苗或稻株上，病原線蟲附在稻葉鞘，再轉入葉鞘內側及心葉部位繁殖生長致病。

本省過去稻作病害防治

本省稻作病害正式記錄起始於日據時代，當時防治水稻病害之對策，主要有：種植抗病品種、稻種水選去除空秕病穀、溫湯浸種、拔除病株、摘剪病葉及撒佈藥劑等方法，其中藥劑防治以硫酸銅與石灰調配四斗式或六斗式波爾多液爲主。抗病品種方面，日本政府一方面由原有日本型品種選拔耐病品種供農民種植，例如中村即爲其一，另一方面進行雜交選育，

除進行日本型稻種間的雜交育種，同時也做日本稻與本島稻之雜交，做爲抗病育種，嘉南8號、新竹56號及嘉農242 號等均含有秈稻基因之品種。

合成化學藥劑之應用，1950年代有機汞劑在歐洲用園藝作物病害防治，日本發現有機汞劑防治稻熱病效果佳，1954年農試所前所長徐水泉先生考察日本時攜回有機汞劑西樂生石灰，交由簡錦忠做防治稻熱病試驗，1956年報告謂效果好，但對秈稻有强烈藥害。自此而後，本省稻作病害藥劑防治大變革概況如下：陳其昌和簡錦忠(1961)報告Tuzet防治紋枯病；植物保護手冊1960年登錄Granosan稻種消毒、Ceresan田間防治稻熱病、Tuzet防治紋枯病；植保手冊1962年登錄以DDT、Sevin、Parathion殺除媒介昆蟲防治黃萎病；植保手冊1966年登錄非有機汞劑之Blasticidin-S及Brestan防治在來稻稻熱病暫行辦法；植保手冊1969年登錄空中施藥防治稻熱病及毒素病媒介昆蟲及稻熱病紋枯病聯合防治藥劑；植保手冊1971年登錄紋枯病非有機砷劑Ohric，本年政府宣佈禁止製造、加工及輸入汞劑，但未停止汞劑用爲稻種消毒；植保手冊1974年登錄Tachigaren防治秧苗立枯病；植保手冊1976年停止汞劑稻種消毒改以Benlate、Folcidin、Benlate-T做稻種消毒；植保手冊1980年登錄撲殺熱防治白葉枯病；植保手冊1982年登錄鋅錳乃浦防治稻胡麻葉枯病，育苗土拌丁基加保伕粒劑防媒介昆蟲、插秧前24小時育苗箱施用丁基加保伕或加保伕粒劑防治本田初期媒介昆蟲。

政府爲提昇農民防治稻作病蟲害水準，並對稻作病蟲害之有效掌握，1961年臺南農業改良場首先建立水稻預測網，發佈病蟲害發生速報，指導農民適期防治，頗收宏效。農林廳於1966年建立全省預測網辦理至今，除服務農民外，更有病蟲害發生之記錄。

本省稻作病害防治未來方向

一、水稻品種抗病遺傳研究及抗病育種之加強：

稻熱病及白葉枯病爲本省水稻主要流行病，兩種病原菌均具有變異大的特性，田間生理小種複雜，影響抗病品種在田間的持久性。例如本省多數稻品種命名推廣之初具抗稻熱病，但栽培面積擴增後，對病原菌產生篩選，新優勢生理小種導致抗病品種罹病化。目前本省水稻抗病育種均注重於單基因或寡基因之垂直抗病，在田間很容易被病原的新生理小種所超越，而失去抗病性，二十年前歐世璜博士曾提議橫式或多品系抗稻熱病育種，但本省尙無相關成果。

多品系或混合品種是組合直式抗病基因達橫式抗病之效果，過去農藝育種人員曾嘗試多品系及混合品種之試驗，但抗病基因不明的情況下，並未得到理想的結果，該等多品系或混合品種的發病率雖比感病對照品種低，與各組成品系或品種的平均發病率相若或較高。今後如能瞭解抗病基因，應可研究相異度大之多品系抗病品種或混合品種的應用，期能增長抗病品種在田間的持久性。

二、非農藥防治及綜合防治方法之研究：

除上述抗病品種應用外，其他非農藥防治方法，爲今後努力的方向之一。例如秧苗立枯病利用藥劑防治之效果常不穩定，改良介質、生物防治或綜合藥劑防治，尙需更加强研究。溫湯浸種之老稻種消毒方法有效而無農藥殘毒。利用施肥、栽植密度、調節灌排水時間、田

間衛生及施用有益微生物增加稻抗病性等耕作技術防治本田期病害，很值得研究。

三、生物技術在水稻病害研究之應用：

利用生物技術尋找水稻抗病基因及病原致病基因，縮短抗病育種時間，瞭解品種間抗病基因異同程度，有助於規劃稻品種推廣及品種輪替。另外利用生物技術增加拮抗微生物在田間之適應性，提高生物防治效果。

結　語

本省稻作病害報告記錄有六十七種，目前主要病害有稻熱病及白葉枯病兩種流行病，胡麻葉枯病、徒長病及菌核性病害如紋枯病等風土病。流行病與風土病之生態不同，防治時瞭解病害生態，可得到事半功倍之效。

植物病害防治三大法則爲拒病法、除病法及防病法。拒病法主要工作是强制檢疫。除病法包括作物輪作、衛生法、消滅越冬寄主、剷除中間寄主、殺菌劑使用。防病法工作包括調節環境、耕作法、種子處理、防除媒介昆蟲、殺菌劑利用、土壤處理、抗病育種。稻作病害防治應採綜合防治，包括稻種消毒、改善耕作方法、田間衛生、依生態做藥劑經濟防治、抗病品種基因多樣化。

本省氣候環境很適合栽種水稻，稻品種亦經長期改良，稻作病害的永續管理，比其它作物病害容易施行，以耕作方式、田區間稻品種組合、施肥、灌排水管理及有益菌利用等均值得努力。

參考文獻

1. 方新政 1980 水稻不稔症之發生原因及其防治試驗。植保會刊 22:83-89。
2. 末田平七 1928 稻いもち病菌二關スル研究第36號。台灣總督府農業試驗所報告。
3. 杜金池等(編) 1990 稻作病蟲害發生預測專輯 — 稻熱病。臺灣農試所特刊第30號。
4. 杜金池、張義璋 1990 水稻紋枯病之生態及防治。農試所特刊 32:65-81。
5. 杜金池、張義璋 1992 作物抗病品種之培育。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊 233-250。植物保護學會編印。
6. 吳龍溪 1971 稻紋枯病。邱人璋編 稻作病害 P 49-76。農復會出版。
7. 林明華、張德梅、簡錦忠、張義璋 1980 水稻抗黃萎病品系之育成。農業研究 29(4): 259-264。
8. 邱善美、鄧耀宗 1976 水稻抗稻熱病多品系及混合品種之抗病性、生產力及品質之研究。農業研究 25(4): 249-258。
9. 洪元平 1971 稻線蟲白尖病。邱人璋編 稻作病害 P 237-256。農復會出版。
10. 徐水泉、簡錦忠 1957 施肥對於稻熱病之發生及藥劑撒佈效果之影響 第一報稻苗試驗結果。農業研究 7(2):1-5。
11. 許東暉、鄧耀宗 1979 秈稻白葉枯病抗病育種及遺傳之研究 III. 抗白葉枯病與耐寒性相關

性之研究。農業研究 28(1):1-6。

12. 張素貞、許誌裕 1988 不同水稻品種混合比例對病蟲害發生及產量之影響。七十六年度稻作改良年報:398-403.

13. 張德慈 1961 今後臺灣水稻品種改良之芻議。農學會報 新36:1-15。

14. 陳其昌、簡錦忠 1961 稻紋枯病藥劑防治試驗。臺大農院專刊 (10):179-195.

15. 陳其昌、簡錦忠、黃添福 1961 稻菌核性病害之研究 第一報. 施肥品種對於菌核性病害之關係。農業研究 10(2):40-47。

16. 陳秋男、程建中、蘇文瀛、何坤耀 1980 稻細蟎 (Steneotarsonemus spinki Smiley) 之生態與水稻不稔症之關係。植保會刊 22:63-82。

17. 陳慶忠 1975 水稻品種對黃萎病抵抗性之研究 I 影響抗病品種檢定因子。植保會刊 17:263-271。

18. 陳慶忠 1978 水稻黃萎病之流行病學。邱人璋編 水稻病蟲害:生態學與流行學 P 139- 166。農復會出版。

19. 陳慶忠、何火樹、柯文華、張慶基 1972 水稻黃萎病抵抗性品種檢定。臺中農改場彙報第二號。

20. 陳隆澤 1986 臺灣主要抗稻熱病稻品種之系譜。科學農業 34(5,6):142-146。

21. 黃真生 1971 臺灣稻抗病育種及遺傳研究近況。邱人璋編 稻作病害 P 297-306。農復會出版。

22. 黃益田、游俊明、蔡武雄 1980 稻熱病流行學之研究 III. 葉稻熱病傳染速率對溫度相對濕度及露水之相依性。植保會刊 20:307-320。

23. 楊守仁 1947 抗稻熱病稻種(光復一號)試驗初報。農試所彙報 5。

24. 楊遜謙 1967 旱田式病圃之抗稻熱病育種試驗。農業研究 16(3):1-7。

25. 楊遜謙 1988 水稻臺農70號之育成。農業研究 37:105-116。

26. 趙政男、楊遜謙、張萬來 1970 水稻品種之混合集團與雜種集團對稻熱病抵抗性之初步觀察。科學農業 18(7-8):535-555。

27. 廖英明、簡錦忠 1982 水稻白葉枯病菌病原型之研究。農業研究 31:312-333。

28. 廖英明、簡錦忠 1987 藥劑 Techlofthalam 對水稻白葉枯病之抑制效果及水稻產量影響之探討。農業研究 36(4):398-405。

29. 臺灣省政府農林廳 1984 稻種消毒研討會專刊。91頁。

30. 臺灣省政府農林廳 1985 臺灣省水稻病蟲害發生預測。頁。

31. 臺灣省政府農林廳 1960-71 農作物植物保護推廣方法。

32. 臺灣省政府農林廳 1974-94 植物保護手冊。

33. 臺灣省政府農林廳 1986-95 植物保護工作總報告。

34. 蔡雲鵬主編 1991 臺灣植物病害名彙(三版)。植物保護及植物病理學會出版。604頁。

35. 歐世璜 1971 抗稻熱病育種的新途徑。 邱人璋編 稻作病害 P 31-48。 農復會出版。

36. 歐世璜、簡錦忠、曾東海 1983 抗稻熱病育種的新抗源。 植保會刊 25:115-123。

37. 鄧耀宗、許東暉 1979 水稻抗紋枯病之研究 1.抗紋枯病之稻品種及其特性。農業研究 28 (3):145-150。
38. 德永芳雄、陳其昌 1943 稻熱病の發生に及けす季節の影響に就て第218號。台灣總督府農業試驗所彙報。
39. 橋岡良夫 1947 稻熱病流行型式及熱帶防除法之討論。農報 (4):9-11。
40. 澤田兼吉、黑澤英一、末田平七 1927 臺灣に於ける第一期作栽培水稻より稻イモチ病抵抗性品種の選擇。台灣總督府中央研究所農業部彙報第49號。
41. 謝式坢鉦 1971 稻白葉枯病抗病檢定。邱人璋編 稻作病害 P 113-122。農復會出版。
42. 謝式坢鉦、許美芳 1980 水稻不稔症原因之探討(三)水稻葉鞘腐敗病菌之生理及其與不稔症之關連。植保會刊 22:47-55。
43. 謝式坢鉦 1978 水稻白葉枯病原細菌 Xanthomonas oryzae 之生態。邱人璋編 水稻病蟲害:生態學與流行學 P 167-184。 農復會出版。
44. 謝式坢鉦 1978 影響水稻白葉枯急性萎凋病徵發生之因子。邱人璋編 水稻病蟲害:生態學與流行學 P 185-198。 農復會出版。
45. 謝式坢鉦、梁文進 1978 稻熱病菌感染前之行爲。邱人璋編 水稻病蟲害:生態學與流行學 P 199-212。 農復會出版。
46. 謝順景、簡錦忠、黃盛蛟 1961 稻之遺傳因子分析 第二報 稻苗對稻熱病抵抗性之遺傳。農業研究 10(2):1-6。
47. 繆進三 1947 臺灣蓬萊稻改良之歷史及檢討。農報 1(1):16-19。
48. 簡錦忠 1956 西藥生石灰(Cereson Lime)防治稻熱病之效果(預報)。農業研究 6(3): 41-46。
49. 簡錦忠 1966 抗生素劑對稻葉稻熱病之防治效果。農業研究 15(2):11-19。
50. 簡錦忠 1968 稻熱病同一病斑所得菌株病原性之研究。農業研究 17(1):22-29。
51. 簡錦忠 1980 稻葉鞘腐敗病之研究及其對不稔症發生關係。植保會刊 22:31-39。
52. 簡錦忠、朱啓魯 1970 肥料對水稻主要病害發生之關係。農業研究 19(2):62-71。
53. 簡錦忠、朱啓魯 1973 系統性Benomyl 劑對稻熱病，稻紋枯病防治作用之研究。農業研究 22(1):41-46。
54. 簡錦忠、洪雲卿 1971 水稻紋枯病之系統性藥劑防治試驗。農業研究 20(2):37-46。
55. 簡錦忠、洪雲卿 1971 稻苗立枯病之初步觀察。農業研究 20(4):47-52。
56. 簡錦忠、張義璋、廖英明、歐世璜 1983 臺灣水稻新病害稻細菌性穀枯病。農業研究 32: 360-366。
57. 簡錦忠、張義璋 1987 水稻不同齡期及品種對稻細菌性穀枯病菌之感病性。農業研究 36 (3):302-310。
58. 簡錦忠、謝麗娟 1989 本省稻白葉枯病菌病原群之研究 I.判別品種之探討。農業研究 38: 216-228。
59. 羅幹成、何琦琛 1980 稻細蟎之研究。植保會刊 22:1-9。
60. Hashioka, Y. 1950 Studies on the mechanism of prevalence of the rice blast disease in the

tropics. Taiwan Agric. Res. Instit. Tech. Bull. 8:237pp.
61. Huang, C. S., Chen, C. C. & Chern, C. G. 1987 Effect of seed-blending of rice varieties on grain yield and occurrence of blast disease. Jour. Agric. Res. China 36(4):335-344.

台灣稻作害蟲之防治技術改進

鄭　清　煥
台灣省農業試驗所嘉義分所

摘　　要

台灣水稻害蟲重要者只有10餘種，其中關鍵害蟲隨耕作制度的演變而屢有更迭；爲防治關鍵害蟲之危害，防治策略隨害蟲種類之演變，防治技術之研發與社會之需求而變動。在 1950 年以前，對主要害蟲之防治以耕作防治、生物防治及以植物或非有機物質防治，效果有限。 1950 年後有機合成殺蟲劑引入本省對各種害蟲均以撒佈廣效而持久性殺蟲劑防治爲主；過度使用農藥常導致飛蝨及葉蟬類之猖獗發生。 1970 年代中期後防治策略因病害蟲發生預測制度之建立，而逐漸演變爲於適當時期使用短效性殺蟲劑防治。 1980 年代中期後由於害蟲之經濟爲害基準及防治適期之釐定，　抗蟲品種之推廣，以及短效性及選擇性殺蟲劑之問世，而逐漸以害蟲綜合防治方法防治水稻害蟲。在 1990 年代，因社會變遷,稻農年齡老化,兼業　農民日眾，且政府爲加入貿易總協，水稻栽培除機械插秧外，並獎勵直播、再生栽培或休耕，害蟲發生種類及其發生高峰期均明顯變動，文中對機插栽培稻之管理缺失以及直播稻、再生稻之蟲害管理策略和今後待加强之研究項目均有簡要之描述。

前　　言

爲害作物主要害蟲之族群密度及其爲害嚴重性，一般除受害蟲本身之繁殖潛能及爲害特性之影響外，並受外界因素，如氣候條件、寄主植物之抗蟲性、作物之耕作制度及肥、水管理、害蟲之天敵種類及豐度以及農藥使用種類與方法等等之支配，其中如某一因素變動將連鎖到其他因素，而使某些害蟲之掘起或衰落。因此對特定作物之害蟲防治，並非永恆不變，而需隨主要害蟲之變動及研發技術之改進而演進。

稻米爲國人之主要糧食作物，自第二次世界大戰後，台灣水稻之栽培無論在品種之改良、耕作技術之改進以及病害蟲防治策略均隨社會之需求而有很大變動（見本專刊其他有關章節），爲此稻作害蟲及其防治技術亦不斷隨時代之進展而改變。本報告謹就台灣過去 50 年來有關稻作害蟲之演變及防治策略之改變，作一簡要之回顧，以供未來發展之參考。

主要害蟲發生之演變與水稻耕作制度之關係

台灣水稻害蟲已記錄者有 140 種，重要害蟲則只有 10 餘種,而此等害蟲又隨地區環境及

耕作制度之演變，其發生種類及爲害之嚴重性迭有變動[32]。在台灣光復初期(1945至1955年間)，台灣水稻之重要害蟲有三化螟(*Scirpophaga incertulas*)、鐵甲蟲(*Diclahispa boutani similis*)、負泥蟲(*Oulema oryzae*)、白背飛蝨(*Sogatella furcifera*)及黑椿象(*Scotinophara lurida*)等;其他如二化螟(*Chilo suppressalis*)，大螟(*Sesamia inferens*)瘤野螟(*Cnaphalocrocis medinalis*)，台灣夜盜(*Spodoptera maurita*)，稻螟蛉(*Naranga aenescens*)、稻象(*Echinocnemus bipunctatus*)，稻苞蟲(*Parnara colaca*)，稻椿象(*Lagynotomus assimulans*)，台灣蜘蛛緣椿象(*Leptocorisa acuta*)，稻浮塵子(含黑尾葉蟬類(*Nephetettix* spp.)、電光葉蟬(*Deltocephalus dorsalis*)及小黃葉蟬(*Empousca subrufa*)，褐飛蝨(*Nilaparvata lugens*)，長角麥蚜(*Macrosiphum granarium*)，小稻蝗(*Oxya intricata*)，台灣飛蝗(*Locusta migratoria manilensis*)等亦偶爾在局部地區發生爲害[1,2,3,10,17,38]在此一時期，台灣水稻因水利設施欠佳，水稻栽植期不一，且秧苗曝露於秧田，讓害蟲得能早期侵入爲害，在缺乏適當藥劑可供防治下，害蟲因食物不慮匱乏，一旦環境適合即猖獗發生爲害。此一現象一直持續至1950年因引入有機合成殺蟲藥劑，如使用DDT、BHC等防治害蟲，才使一些其寡食性害蟲，如生活史較長且各蟲期均曝露於葉片之鐵甲蟲及稻蝗等之發生即受到抑制,但對於三化螟蟲，則一直維持致1960年左右，因地下水開發及使用PE布保溫秧苗才使其嚴重性受到抑制。使用PE布保溫除可促使水稻提早插秧[10,21]，並可防止早期羽化之螟蛾於秧苗產卵。此等措施，使在稻椿基部越冬而於二月下旬至三月爲羽化期[24,25]之三化螟蟲在羽化前即因整地插秧而無法順利越冬,致使其族群日益式微，而終致在大部份水稻栽培區消失；而大部於稻稿越冬（約2／3）之二化螟蟲，雖其成蟲羽化期與三化螟類似，但因稻稿之堆積當作耕牛飼料或畜床之敷設，而可順利越冬，其發生密度取代三化螟，而於1960至1965年代間成爲台灣水稻之主要害蟲[6,14,24]。但在1970年後,耕耘機及曳引機漸取代耕牛[18,35]，水稻收獲後稻稿大部就地燒毀，導致二化螟隨之衰退而成爲潛在害蟲。然而在螟蟲發生嚴重發生期間，由於大量使用長效性之殺蟲藥劑，如BHC、安特靈、富粒多等毒害天敵，以及政府大力推行水稻綜合栽培，種植台南5號(感蟲稻種)，密植重肥[18]，導致褐飛蝨之猖獗發生爲害。此一現象一直維持至1985年後因抗褐飛蝨品種之種植以及使用短效農藥及藥劑使用頻度而獲得改善[35]。

1984年政府推行稻田轉作計畫，獎勵種植玉米、高粱及其他園藝作物；此外爲節省勞力，農民亦普遍風行不整地冬作栽培。此等措施之推展，使台灣地區之農田生態隨之改變，導致若干害蟲之族群亦隨之發生變動。其中最顯著者爲斑飛蝨因在水稻收穫後可遷移至再生稻、玉米、高粱或小麥上，並於元月份一期作插秧後再遷回稻田繁殖，其族群密度爲之大幅增長，並常於一期作水稻抽穗期後造成災害[35]。另因種植瓜果、花卉等園藝作物需利用稻稿覆蓋畦面，因此水稻收穫後稻稿後又被保存，而二化螟蟲又隨之在各地普遍發生。

此外沈寂已久之三化螟在1994年後又於桃園、新竹地區普遍發生，被害嚴重者白穗率可達30％左右。此一害蟲的復現固然與該地區農友少施農藥防治稻蟲有關，但最主要原因推測可能與該地區部份稻田只耕種一期作，收穫後稻椿即殘留原地之所謂「板田」面積的增加有關。

綜觀台灣在過去50年來水稻主要害蟲之變化相當明顯，除水稻水象鼻蟲(*Lissorhoptrus oryzophilus*)於1990年由日本遷入台灣北部在桃竹苗地區造成爲害外[43]，其他害蟲之興起與沒落大都與水稻耕作制度之演變有關。蓋無論品種、耕作方式之改變，對害蟲生態均可產

生若干影響，而導致若干害蟲之興、落更替。使用農藥而言，一般只能抑制害蟲族群於一時，但耕作制度之改變則可影響害蟲主要種類之興衰。

害蟲防治策略之演變

害蟲防治策略係依據主要害蟲種類，科技之研發以及社會之發展與需求而改變。由早期文獻得知，在 1945 年台灣光復初期，稻蟲防治主要沿用日據時代遺留下來之方法，包括燈光誘殺，採卵保護寄生蜂，切除枯心、白穗及掘除稻椿等以防治三化螟，使用砒酸鈣以防治負泥蟲、鐵甲蟲，硫酸尼古丁防治蚜蟲，除蟲菊粉或乳劑及蒂利斯（魚滕）乾根、石油等以防除象、飛蝨及葉蟬，此外並獎勵趕鴨入田捕食害蟲及使用竹梳或柏打方式防除稻苞蟲及捲葉蛾等(2,4,22)。

在此一時期大體係使用物理防治方法，生物防治方法以及利用植物性或無機鹽殺蟲劑防治，效果相當有限。

台灣於 1950 年引入合成殺蟲劑後，大部份研究工作主要致力於殺蟲有效藥劑之篩選。由於適逢政府勵行水稻增產政策，農友更是有蟲即防，在每一期水稻生長期中，使用廣效性藥劑多達 6次以上，且常混用多種農藥於一起使用。此種現象一直維持至 1960 年代末期，可謂台灣水稻蟲害防治農藥之濫用時期，其結果導致如飛蝨葉蟬及蚜蟲類之再猖獗現象之發生(19,20)。

1960年代初期至 1980 年代中期，涵蓋台灣第三、四及五期經建計畫期，在此一期間，實施水稻病蟲害共同防治措施，若干主要害蟲之發生生態及防治適期亦經農業試驗改良場所釐定(5,7,8,9,13,24,25)，同時水稻病蟲害發生預測系統亦於 1966 年成立(13)，因此在此一時期農藥之使用已有以害蟲生態爲基礎，較能把握適當時期之使用，且使用之藥劑大部份屬於殘效性較短之有機磷劑及氨基甲酸鹽系列，使得農藥對環境之衝擊較爲下降。1980年代以後由於抗主要害蟲褐飛蝨之水稻品種陸續推廣農民栽植(37,41,44)，若干重要害蟲之經濟爲害基準之測定(36,39)，並藉以訂定防治適期(27,29,34,42)，藥劑處理方法之改善(16,27,28)，以及對飛蝨及葉蟬類具選擇性農藥如 Buprofezin 之引入應用等，已奠定本省水稻害蟲綜合防治之基礎。事實上，在此一時期，於栽植抗蟲品種之稻田，在一期稻作生育期中，只需使用 1-2 次藥劑以防治稻種不具抗性之害蟲,藥劑使用頻率已明顯下降，因使用藥劑所引起之副作用亦隨之減輕。

現階段水稻栽培與蟲害發生狀況

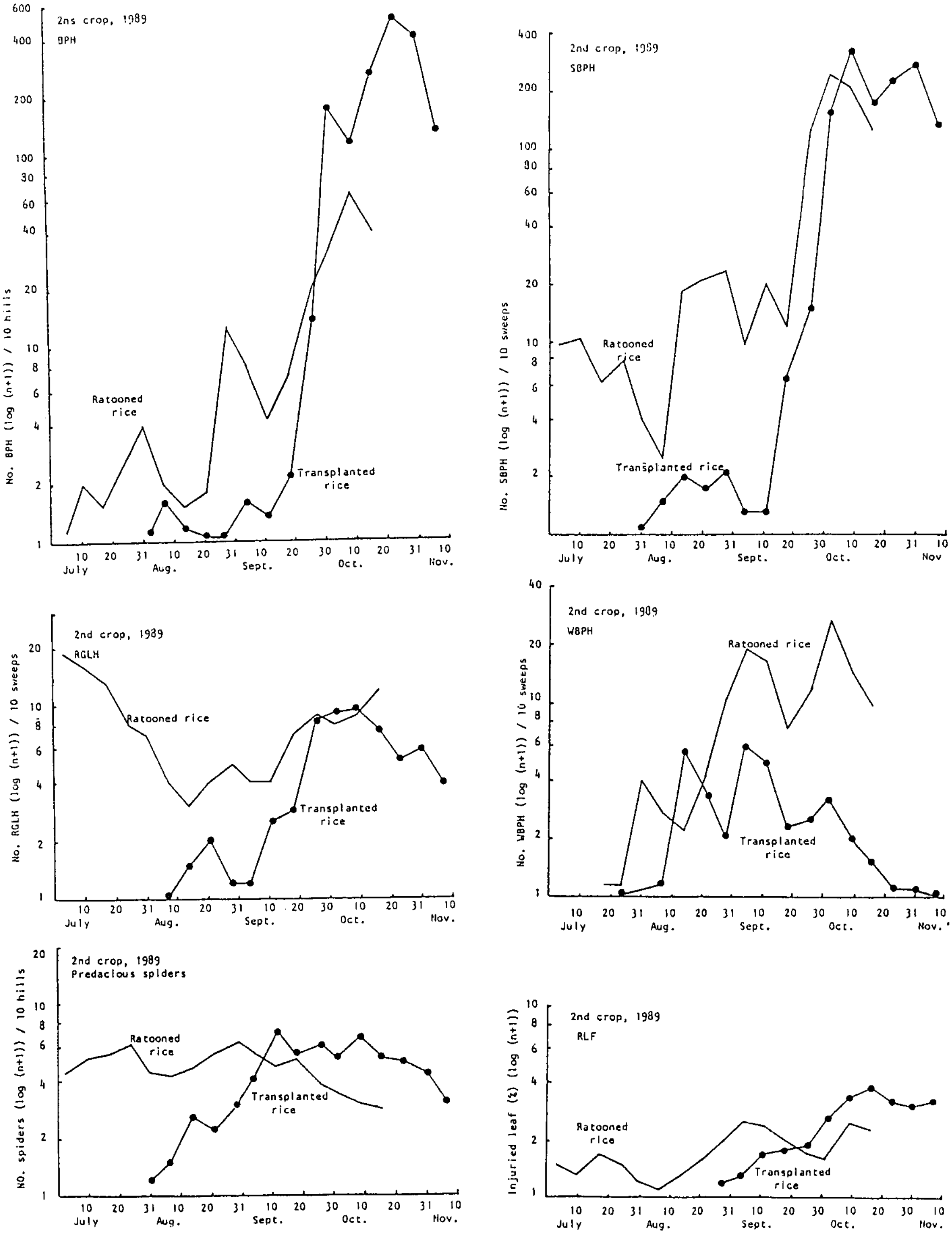
台灣在邁入 1980 年代後，由於工商業蓬勃發展，青年人紛紛棄農從事工商業活動，農民年齡老化，且因工資上漲，大部農民事實上已變爲兼業農民，由於大部份時間賺取農業活動外之勞務收入，水稻之種植、收穫均由代工業者承包。在此一背景下，由於稻穀之收入已非農民之主要來源，因此對其栽培管理及病害蟲防治亦力求簡單粗放。至 1992 年政府更因爲欲加入國際貿易總協，開放農產進口，稻米之栽培勢必受嚴重打擊。爲因應時代之變遷，降低生產成本，提高省產稻米在市場上之競爭力，是爲必然趨勢。因此水稻除目前之機械插秧外，

並積極發展所謂之再生栽培以及直播栽培。在田間生態因栽培制度之改變以社會情況的變動下，水稻害蟲的發生與管理策略勢必隨之發生變動。針對上述變遷，謹就目前研究所獲資料及因應對策，分述如下：

1. **機械插秧稻田**：對此一栽培制度下之水稻害蟲管理，由害蟲發生模式及綜合管理方式已有多年經驗，按以往以栽培抗主要害蟲爲主軸，配合按經濟爲害基準及防治適期施用選擇性或短效性殺蟲藥劑，以及灌排水及施肥管理及田間衛生等策略[31]，應仍適用於現階段之稻蟲管理。況且由於稻田耕作愈趨粗放，益有利於天敵在田間之繁衍，進而抑制害蟲之發生再猖獗作用，蟲害問題應可趨向更爲緩和。然值得注意的是由於育苗中心競銷，爲節省成本，疏於秧苗品質管制，導致經蟲媒或稻穀傳播之病害，如縞葉枯病等在局部地區嚴重發生。由於育苗中心所散播之秧苗，含蓋水稻面積頗大。若秧苗品質管制不良，所造成之影響相當可觀，值得農政單位加强管理。此外各區農改場水稻病蟲害發生預測制度亦漸鬆弛，有待檢討。
2. **再生稻栽培**：此一栽培方式係將第一季水稻收穫後，讓稻椿再生之一種栽培方式，可節省整地插秧之工資達 30 % 以上[11,18]。然而由於在此一栽培制度下，水稻害蟲可由第一期作延續到第二期作，因此在宿根稻生育之初期，黑尾葉蟬、斑飛蝨、白背飛蝨、褐飛蝨、瘤野螟及蝗蟲類以及捕食性天敵均顯著地高於移植田，且其發生高峰世代亦較移植田提早一個世代左右(33)(圖一)。對此一害蟲發生型式，於宿根稻生育初期使用對捕食性天敵較安全，而對飛蝨及葉蟬類效果較佳之選擇性或短效性殺蟲劑是爲必要措施，在生育中、後期則可按移植稻防治措施實施防治。
3. **直播稻栽培**：此一栽培方式係將萌芽之種子直接撒播於整地後之稻田，以節省插秧工資，可增加農民收益 35 %[15]。但由於秧苗早期即曝露於田間，誘引害蟲，尤其是飛蝨、葉蟬類之遷入爲害。以黃色水盤在直播田與移植田偵測飛蝨及葉蟬類遷入蟲數，顯示在直播田之遷入蟲量無論在一期或二期作均明顯地高於移植田，尤以二期作爲最[30]（表一），其結果導致在直播田上之褐飛蝨、斑飛蝨、黑尾葉蟬、二化螟及瘤野螟之發生密度均明顯地高於移植田（表二），其中褐飛蝨及斑飛蝨各世代之發生高峰約分別較移植田提早 14 至 7 天出現。然而若於直播田播種後即讓田表自然乾燥至禾苗開始呈現枯萎狀，再行灌水，則可顯著地減少褐飛蝨及斑飛蝨之發生密度。基於上述害蟲在直播田之發生變化，宜於播種時種子以系統性且對飛蝨、葉蟬類具效果之殺蟲劑粉衣處理（使用量不超過 1.8kg ai/ha 爲宜），播種後晒田,藉以防治飛蝨及葉蟬類，預防其媒介毒素病及在水稻生育中、後期之族群增長，其後則可按一般移植稻之蟲害管理方式實施。

檢討與展望

回顧過去 50 年台灣水稻主要害蟲之發生演變，除由外侵入之水稻　水象鼻蟲及長距離遷移性害蟲，如褐飛蝨、白背飛蝨與瘤野螟易受境外地區發生豐度及遷入量所影響外[32]，本土性害蟲，如黑尾葉蟬、斑飛蝨、螟蟲類等則大部受本地之耕作制度的變動所左右。此由過去三化螟、二化螟等之由興盛變爲潛在害蟲，再由潛在害蟲復出在各地普遍發生可獲佐證。由此觀之，在改變一種耕作制度前之策劃，應將該項變動可能引起之蟲害問題列入考慮，並



圖一、褐飛蝨(BPH)、斑飛蝨(SBPH)、白背飛蝨(WBPH)、黑尾葉蟬(RGLH)、瘤野螟(RLF)及捕食性蜘蛛(Predacious spiders)在移植稻與再生稻田之族群消長比較。

表一、二期稻直播田與移植田水稻生育初期害蟲遷入蟲數比較，溪口，1993

栽植方式		誘集蟲數[1)]					
		褐飛蝨	白背飛蝨	斑飛蝨	黑尾葉蟬	電光葉蟬	稻苞蟲
直播田	早植(7/14)	32	18	20	32	11	13
	中植(7/21)	18	16	23	127	54	12
移植田	早植(7/16)	5	26	12	3	0	2
	中植(7/30)	1	4	1	19	4	19

1) 每觀測田四周共置放黃色水盤(12×20×6cm) 8個，直播田自稻殼萌芽開始，而移植田自插秧開始每2日調查一次，30天之合計蟲數。

表一、二期稻直播田與移植田稻害蟲發生高峰密度之比較，溪口

栽植方式		最高害蟲密度							
		褐飛蝨 /枝	白背飛蝨 /20網	斑飛蝨 /20網	黑尾葉蟬 /20網	電光葉蟬 0 /20網	二化螟 枯心率	二化螟 白穗率	瘤野螟 捲葉率
直播田[1)]	早植(7/14)	21.5	0.56	313	257	16	1.43	1.93	0.6
	中植(7/21)	0.05	0	87	189	20	0.72	2.84	0.5
移植田	早植(7/16)	2.5	0.06	211	79	3	0.04	0.45	0.4
	中植(7/30)	0.12	2.00	42	122	34	0.13	1.45	0.2
直播田	早植(1/05)	0.051	2	304	296	12	2.17	5.57	1.0
	中植(1/19)	0.094	2	316	142	4	2.41	4.70	1.9
移植田	早植(1/19)	0.17	1	206	264	8	1.41	0.90	0.12
	中植(1/31)	0.037	2	316	112	6	0.83	1.28	0.22

1) 早植稻在水稻萌芽後，稻田一直保持濕潤，秧苗3cm以後即灌水，而中植稻田在播種後即未再灌水直至土表變白乾裂再行灌水。

規劃防範措施，則可避免從事植物保護人員一直跟隨在所發生問題之後執行善後問題。害蟲之防治策略一直都是跟隨主要害蟲之發生種類，技術的研發以及社會的變化與需求而改變。由過去害蟲防治策略之演變，可發現單憑某一種之防治措施均不足以抑制水稻害蟲之密度於經濟防治基準之下。爲此使用綜合防治策略是爲目前及以後稻蟲管理之必然趨勢。而欲採取此一防治措施，必須有紮實的害蟲生態基礎才能落實。但如上述，害蟲之生態是隨耕作制度在演變，爲此對於一種作物之蟲害管理工作，必需是長期、連續性的偵測、修訂，才能臻於

完善。

目前台灣欲加入國際貿易總協，爲降低水稻生產成本而積極推廣直播及再生栽培。此一改變，除害蟲發生生態受影響外，其他如原來適用於移植稻所訂定之各種害蟲的經濟爲害基準（ET），因受植株對害蟲的容忍性、產量、市場價格以及防治成本所左右，以及防治適期（受經濟爲害基準之影響）是否仍適用於直播稻，均有待進一步測定修正；而爲因應目前兼業農民之增加，害蟲發生偵測與預測更形重要。而抗蟲品種之培育，尤其多抗性品種之育成是爲推行綜合防治之重要基石，尤待研究人員繼續努力加强。

參考文獻

王鼎定 1949 台灣之蝗蟲。台灣農林月刊 3(1):87-92.

王鼎定 1948 糧食作物病蟲害防治。台灣農林月刊 2(9):19-20.

王鼎定 1948 台灣稻作害蟲之認識。台灣農林月刊 2(12):23-24.

台灣省行政長官公署農林處 1946 病蟲害篇。台灣農林 1:12-121.

何火樹、劉達修 1971 水稻二化螟蟲發蛾盛期之推定。台灣農業 7(4): 77-84.

何火樹、劉達修 1970 台中地區水稻二化螟蟲之生態研究。台灣農業6 (1):7-14.

何火樹、劉達修 1969 台中區褐飛蝨生態觀查。植物保護學會會刊 11 (1):33-41.

邱明德 1970 水稻褐飛蝨之生態研究。台灣農業 6(1):143-152。

李淳陽、洪文堯 1966 水稻二化螟蟲田間單次施藥試驗簡報。農業研究15(1):39-41.

吳田泉 1949 稻作害蟲。台灣農林月刊 3(5):41-45.

林文龍、侯稻分 1986 稻作栽培法改進。P.129-140,載於四十年來台灣地區稻作產改進專輯，黃正華先生農管獎學金基金會出版，台中、台灣。

洪汝煌 1971 台灣稻作保護工作。台灣農業 7(4):63-75.

洪汝煌、田春門 1973 台灣稻作病蟲害之發生與防治適期之研究。台灣農業 9(1):68-120.

許兩順 1964 花蓮水稻二化螟蟲爲害習性調查及藥劑防治試驗 植物保護學會會刊 6(4):36.

許東輝、詹千倉、張彩泉 1986 優良品種與生產技術示範推廣。P.152- 180，載於四十年來台灣地區稻作生產改進專輯。黃正華先生農學會基金會出版。台中、台灣。

陳慶忠、張念台、王玉沙、柯文華 1980 水稻育苗箱施用粒劑防治毒素病效果之探討。台中區農業改良場研究彙報 新 3:41-47.

張沂滔 1950 談台灣之農產事業。台灣農月刊 4(6):5-8.

黃正華 1986 台灣地區四十年來稻作生產改進之成果。 P.3-16,載於四十年來台灣地區稻作生產改進專輯。黃正華先生農學獎學金基金會出版，台中、台灣。

黃添盛 1973 台灣新式殺蟲劑之引用與稻作害蟲發生之變遷及其對策。台灣農業 9(2):181-186.

黃添盛 1973 台灣飛蝨及浮塵子類發生猖獗可能之誘因。台灣農業 8(3):133-137.

新竹區農業改良場 1959 水稻保溫秧田育苗法試驗。稻作改進會，台灣省農林廳編印。

陶家駒 1953 台灣三化螟蟲防治問題之檢討。 台灣農林 7(5):12-16.

陶家驊 1966 水稻害蟲。P.285-32，載於台灣植物保護工作昆蟲篇，劉廷蔚先生六十歲紀念文集。

陶家驊 1966 台灣二化螟發生猖獗誘因之研究。 植物保護學會會刊 8 (4):173-202.
陶家驊、湯慶銓 1960 台灣二化螟生態考查及藥劑防治適期之商討。植物保護學會會刊 2(3): 75-82.
陶家驊、湯慶銓 1960 水稻三化螟蟲生態考查及其藥劑防適期之探討。植物保護學會會刊 2(3): 1-8.
劉達修、張德前 1981 台中區一期稻飛蝨及葉蟬類之防治適期。植物保護學會會刊 23(3):169-178.
劉達修、張德前 1979 降低藥量對稻飛蝨及黑尾葉蟬之防治效果。植物保護學會會刊 21(4): 383-390.
劉達修、張德前 1978 在水稻不同生育期防治褐飛蝨對其族群及水稻產量之影響。植物保護學會會刊 20(4):313-320.
鄭清煥 1995 直播田水稻害蟲防治技術之改進研究，載於行政院農業委員會農業綜合整體方案研究計畫報告書。 14 PP.
鄭清煥 1995 水稻蟲害之綜合防治。P166-178，載於永續農業研究與推廣之進展（林俊義與洪海珠主編），中華永續農業協會與台灣省台中區農業改良場編印。彰化、台灣。
鄭清煥、盧瑞良 1990 褐飛蝨及白背飛蝨由海外遷入嘉南地區之偵測及其氣象條件。中華昆蟲 10:301-324.
鄭清煥 1990 宿根稻害蟲之爲害與防治策略之研究，載於行政院農業委員會農業科技研究計畫報告，PP(未發表)。
鄭清煥 1987 嘉南地區瘤野螟之生態觀察。植物保護學會會刊 29(2): 135-146.
鄭清煥 1986 台灣稻作害蟲與防治(1945-1985)。P.199-218，載於四十年來台灣地區稻作生產改進專輯，黃正華先生農學獎學金基金出版，台中、台灣。
鄭清煥 1979 水稻褐飛蝨的經濟危害水平之研究，(I)褐飛蝨的樓群密度與水稻產量損失之關係。科學發展月刊 7(11):1103-1114。
鄭清煥 1976 新育成抵抗褐飛蝨水稻品種(系)室內抗蟲反應及田間表現。中華農業研究 25(4): 259-268.
鄭鳳瀛 1956 稻作主要害蟲一覽表。植物病蟲害通訊 3(2):12.
Cheng, C.N. and C. C. Cheng. 1978. The population level of Nilaparvata lugens (Stal) in relation to yield loss of rice. P1. Prot. Bull. 20:197-209.
Cheng, C.N. and C.C.Cheng, 1978. The population levels of Nilaparvata lugens (Stal) in relation to the yield loss of rice. Plant. Prot. Bull. 20:197-209.
Cheng, C.H.1984. Studies on integrated control of brown plant- hopper, Nilaparvata lugens (Stal) in Taiwan. Chinese J. Entom. 4(2):149-168.
Cheng, C.H. 1981. Chemical control of the brown planthopper with special referrence to its population dynamics. Chinese J. Entom.1:23-103.
Hisih, H.P. and C.H.Cheng. 1992. Present status of rice water weevil, Lissorhoptrus oryzophilus Kuschel in Taiwan, P.104-121, In Establishment, Spread, and Management of the Rice Water Weevil and Migratory Rice Insect Pests in East Asia. (Edt. by K. Hirai), published by Nat.

Agri. Res. Center; Tohoku Nat. Agri, Expt. Stn., Japan; and Agri. Sci Int., Korea.

Huang, C.S., R.H. Bun, C.H. Cheng and C. Liu. 1982. Breeding for resistance to brown planthopper in Keng (Japonica) rice. P.89-98. In. P1. Breeding (edi. Hsieh and Liu), Pub by Agri. Assoc. China and Regi. Soc. SABRAO (ROC).

Improvement of Rice Insect Pests Control Measures in Taiwan

Ching-Huan Cheng
Chiayi Agricaltural Experiment Station, TARI

About 140 species of rice insect pests had ever been recorded in Taiwan, but less than 10 species were economic importance. The key pest species of rice were variable following the change of cultural practices. As the result, the measures used for controlling the insect pests were also revised according to the change of key pest species, and also available techniques and social requirement. Before the years of 1950, the important insect pests on rice were yellow rice borer (Scirpophaga incertulas), rice hispa (Diclahispa similis), rice leafbeetle (Oulema oryzae), black rice bug (Scotinophara lurida) and white back planthoppers (Sogatella fucifera), which were controlled mostly depending on cultural practices, physical methods, natural enemies and natural subtances, but their effectiveness were limited. After organic synthetic insecticides were introduced gradually into Taiwan since 1950, the insect pests was controlled merely depending on the wide- spectrum and long-residual insecticides, which induced consequentially the outbreak of plant-and leafhoppers. Such phenomenon was continuosly to around 1970 after a short-term forecasting system was established that made possible for timing control of insect pests with short-residual insecticides. There- aft^er, due to the economic threshold of major insect pests had been developed to set a reliable timing for insecticide application, resistance to key pest rice varieties had been developed and released to farmers, and the insecticide of selective or more safety to natural enemies had been introduced 、tested and recommended to be used in the years of 1980,all of these components made the feasibility of control insect pests approaching to integrated measures. Recently, in order to meet the requirement of social changes, such as increase of old-aged and part-time farmers, and decline of the cost of rice production for facing the challenges of enterring into WTO, rice culture,beside transplanting with transplanter, direct seeding and ratoon rice have also been encouraged by the government. Such changes have induced the change of pest status in many aspects. Some problem of present control measures in transplanting rice, the measures for control of the insect pests on direct seeding rice and ratoon rice are also described briefly at present paper.

稻米品質性狀之遺傳與育種

郭 益 全
臺灣省農業試驗所

摘 要

持續提昇省產稻米品質是臺灣地區近年來最重要的稻米產銷策略之一，多年來在政府決策單位之主導與規畫及各試驗場所之合作與努力下，省產稻米品質已大見提昇，唯，待努力之空間仍相當大。本文即在綜述本省有關稻米品質之遺傳研究成果，並檢討稻米品質育種績效，從而建議未來稻米品質持續改進之淺見，供大家一齊思考。

稻米是臺灣地區最首要之糧食作物，光復以來由於決策領導單位之大力推動、稻作工作同仁之奮力不懈，臺灣水稻品種年年推陳出新、生產技術屢屢改進創新，稻米歲歲連登豐收。惟，光復初期，百廢待舉，經濟建設方針是以農業培養工業，稻作增產乃成為農業發展中紮根之基本工作；同時民國61年起政府積極加强農村建設，激勵稻作生產，凡此種種努力概僅注重稻穀產量之提高，而較忽視稻米品質之改良。

而時推世移，隨著臺灣經濟之快速發展，國民所得之迭有增加，稻米之消費已不再是往昔的「吃得飽」，而是「吃得巧」、「吃得好」；另方面，更因經濟轉型，消費習性丕變，每人平均稻米年消費量逐年減少；再加上外銷受限，導至臺灣地區稻米生產過剩、倉容不足等等問題，為農政當局帶來莫大的困擾。

為因應稻米消費由「量」的時代轉變成「質」的時代之需求，農委會乃積極輔助農林廳所屬各農業試驗場所及糧食局展開稻米品質改進之相關各項工作。幾年來，省產稻米品質已大見改善。唯，稻米品質之改善經緯萬端，舉凡品種、栽培環境、氣候、栽培方法、收穫後處理、煮飯操作等，都將影響到稻米之品質表現，而國內在這方面之經驗累積尚不夠多，百尺竿頭，可努力空間尚多。本文之目的即在將國內稻米品質性狀之本土遺傳基礎研究；稻米品質改良概況；育種實績；現階段稻米育種策略之應用作一綜合性之論述與檢討，敬請各方賢達不吝批評、指教，俾使臺灣之稻米品質改良工作更臻於至善，則，臺灣稻米品牌建立可期；臺灣稻作產業永續可期。

稻米品質性狀之遺傳研究

眾所皆知，稻米粒品質為一複合性狀，一般可大別為物理特性及化學特性等兩類。習慣上，稻作界向將稻米品質性狀歸類成: 1.碾米品質；2.烹調、食用暨加工品質；3.營養品質；

及4.純潔、清潔度等四大項(Webb et al., 1979)。而稻米品質優劣之基準則由各該產品之消費者或特殊判定者來認定。即，稻米品質之良莠是依生產者、加工者（包含碾米加工業及米產品加工業）及消費者等層面之不同，而各有其不同判定觀點與需求。舉例言之，就生產者言，以產量及稻穀特性(尤其是與單位面積產量關係密切之稻穀容重量)爲其極重要之考慮；就加工業者來說，碾米率（尤其是完整米率）、米粒外觀、米粒物理特性、化學成份等最爲重要；而消費者所重視的則是亮麗透澈之外觀及合意的烹調暨食用品質；而育種家則面面俱到，全方位考量。本節內容是以國內專家學者在主要稻米品質性狀遺傳研究成果之系統綜論爲主，間亦引述國內外稻作學者已發表之報告、論著，作各種角度之論證。茲按稻穀特性、米粒外觀及烹調暨食用品質等類別分項敘述之。而由於若干性狀如：稻穀容重量及碾米品質等需要大樣品供測試，故相關遺傳訊息付之闕如。同時，稻米品質性狀概屬胚乳性狀，爲三倍體組織，理論上其遺傳機制自與二倍體之遺傳體系不同，唯，現今胚乳性狀表現之遺傳體系尚未被成熟發展，故，現有胚乳性狀之遺傳分析均仿二倍體之遺傳體系行之。

稻穀特性一般指穀粒之長、寬、厚、重、粒形（長寬比)及容重量等，爲重要之經濟性狀，而與市場品質關係密切。國際稻米市場概以長、中、短粒形作爲稻米分類之一種依據，且以長粒型爲主流，而東鄰之日本則偏好中、短粒形，至於臺灣則並不十分在意粒型。而由於米粒之發育受稻穀之絕對限制，故稻穀之長、寬、厚、重及粒形與糙(白)米之長、寬、厚、重及粒形有絕對相觀。著者曾先後分別以全互交法(diallel cross method)、世代平均值法(generation mean)、遺傳解析析出(partitioning method of genetic analysis)等進行稻穀粒性狀之本土性遺傳研究，其結果大致與Chang and Li(1980; 1991)之詳細綜論相符合。著者全互交分析之結果得知：供試材料穀粒之長、寬、厚均受累加性與顯性基因效應所控制，且累加性基因效應遠大於顯性基因效應；長粒、寬粒、厚粒呈不完全顯性；穀粒長、寬、厚之遺傳率均高並發現有母本效應；有關之基因數目爲：寬爲1對，穀粒厚爲2對(郭等,1985a; 郭與劉, 1986b)，穀粒長爲1對(郭等, 1985a; 郭與劉, 1986b)或2對(郭, 1982)；3性狀之一般組合力均大於特殊組合力(郭與劉, 1986b)。世代平均值法之結果指出：穀粒之長、寬、厚、重(以千粒重或白粒重計)等4穀粒性狀F_2頻度分布成非常態之連續分布，進一步經尺度測定及6-介量等分析發現，穀粒長與重之遺傳變異係由累加性、顯性、累加性x累加性交感、累加性x顯性交感及顯性x顯性交感等遺傳成份所控制；穀粒寬之遺傳變異主由顯性及累加性x顯性交感等兩成份所支配；穀粒厚之遺傳變異係由累加性、顯性及累加性x累加性交感等成份所控制，而供試材料穀粒長與重所呈現之交感屬重覆型之上位性(郭與謝,1982a)。在另一試驗中則尙發現穀粒重存有母本效應(郭與劉, 1986b)。穀粒長寬比係由穀粒之長、寬所誘得之一種導出性狀，其遺傳機制與穀粒之長、寬獨立(Jenning et al., 1979)，經以遺傳解析析出法分析之結果發現：供試材料穀粒長寬比之差異係由兩對主效基因所支配，小穀粒長寬比者對大穀粒長寬比者爲不完全顯性，並可能有基因間之交感作用存在(郭與謝, 1982b)。另一全互交之試驗除有相同之推論外，同時發現穀粒長寬比存有母本效應(郭與劉, 1986b)。

稻穀比重與穀粒大小、千粒重有關，據唐(1993)的綜論：當米粒與稻殼間之空隙大時表示米粒充實不良，因之稻穀比重大小似可代表穀粒之充實度或米之發育程度。而增加稻穀比重稻穀數，不但可提高產量潛能，且有較高之白米率與完整米率。經以256個梗稻品種進行評估，指出稻穀比重有期作間差異，爲品種特性，可遺傳。六親本全互交之分析發現稻穀比

重受數量基因控制，且有超顯性作用；在F_2組合中，有超越雙親分離現像，遺傳率在50-70%之間(唐, 1993)。

精白米粒之亮麗與否，與白米之透明度及白堊(粉)質(chalkiness)之有無有關。現行良質米之標準爲透明度不得高於等級3，而心、腹、背白指數總和不得超出1。米粒之白堊質係米胚乳內澱粉顆粒(含蛋白質質體)之堆積不密實所至。而米粒依白堊質位置與拓展程度之不同，而有心、腹、背白及等級之不同，而此白堊質部份質軟而脆，透明度差。一般，具白堊質之米粒不僅白米外觀較差，且易於碾白過程中碎裂，大大影響該稻米之碾米品質暨市場商品價值。本性狀雖屬品種特性之一，但其表現受環境相當程度之影響。有興趣瞭解環境因素對白堊質米粒出現頻度、白堊質面積拓展程度影響狀況之讀者可詳郭與劉(1986a)之論著。據Chang and Li (1980; 1991)引用Anon(1963)已出刊之遺傳研究報告指出：米粒之腹白或心白係由1對隱性基因(wb或we)所控制；亦有報告指出腹白係由1對顯性基因所控制(Nagai, 1958)；甚或認爲腹白爲多基因系統與環境交感所支配 (Nakat a and Jackson, 1973)，而其F_2之變異主要爲累加性基因之作用所致。基於近年來探討環境因素對米粒白堊質影響之研究，概將影響效應分成白堊質米粒出現頻度與白堊質面積拓展程度等兩類。故，著者在進行本土性全互交米粒白堊質之遺傳解析時，是以白堊質米粒出現頻度與白堊質面積拓展程度爲評估之基準，結果發現：兩性狀均有母本效應存在；遺傳率值均高；累加性基因效應與顯性基因效應均重要，但以累加性基因效應爲主；白堊質米粒出現頻度中等對多者或少者爲不完全顯性，白堊質面積小者對大者爲不完全顯性(劉,1986a)。

米粒直鏈澱粉含量(amylose content)通常被分成低(低於20%)、中(20%-25%)及高(高於25%)含量等三級，向被公認爲影響稻米食用與加工品質最主要之因素，相關研究也最早且多。唯，由於分析技術之關係，以往有關直鏈澱粉含量之分析均使用大樣品，因之進行直鏈澱粉含量遺傳研究時，必須以次一世代混合米粒的測定值作爲上一世代之推估值。如：F_2集團各單株之直鏈澱粉含量值係各該單株上遺傳型互異諸F_3穀粒混合樣品之測定值，似此，以次世代測定值作爲上世代推估值行本性狀遺傳分析，被視爲理所當然。同時，胚乳爲三倍體組織，基因劑量問題理論上應存在，但實際上概不加考慮。晚近，分析科技日新月異，分析技術突飛猛進，單穀粒直鏈澱粉含量之分析方法已被開發，經藉單穀粒直鏈澱粉含量分析之遺傳研究已陸續被發表，請有興趣讀者注意查閱。

如前述，Chang and Li (1980; 1991)之綜論指出，國外有關米粒直鏈澱粉含量之遺傳研究起步既早且多。累積前人報告之結論是：米粒直鏈澱粉含量高者對低者呈不完全顯性，而由1對主效基因及若干修飾基因所控制(Chang and Li, 1980; 1991)；但Stansel(1966)之試驗則另發現：高直鏈澱粉含量受2對互補基因所影響。無直鏈澱粉或臘質胚乳(即糯米)則係由1對隱性基因(am或wx)所控制，而這個wx基因已被認爲是一個超級結構之複合基因座。又因爲胚乳爲三倍體組織，直鏈澱粉含量之差異亦受所含wx等位基因劑量之不同而有不同程度之影響(Chang and Li, 1980; 1991)。

著者等鑑於國內稻作育種計畫中，梗秈稻之雜交經常被使用，基於此種米飯品質殊有不同(導因於直鏈澱粉含量之不同)兩亞種間之雜交，其米粒直鏈澱粉含量之遺傳應有究明之必要，故首先進行嘉農秈11號與臺南5號雜交組合米粒直鏈澱粉含量之遺傳分析，結果推論：米粒之直鏈澱粉含量係由1對主效基因及若干修飾基因所控制；含量高者對低者呈不完全顯性

(Hsieh and Kuo, 1982)，而與Chang and Li(1980; 1991)之綜論大致相符。其後再以嘉農秈11號與臺農67號及臺南5號與臺中在來1號等兩個粳秈稻雜交組合行米粒直鏈澱粉含量之分析，發現兩組合F2集團米粒直鏈澱粉含量之頻度分布呈常態分布，但有相當之個體超越低含量親本。由此同屬粳秈稻雜交但米粒直鏈澱粉含量遺傳機制不同之事實顯示，特定性狀之遺傳行為與供試材料之遺傳背景有密切之關係，此點可以統計觀點合理解釋之，此即，就統計觀點言，固定型之遺傳研究所作之推論自僅適用於各該供試之材料，而不適於各該供試材料外之類推。此外，我們曾以數量性狀之觀點進一步探討秈稻組合米粒直鏈澱粉含量之遺傳，全互交之分析結果指出：供試親本米粒直鏈澱粉含量之遺傳變異係由累加性與顯性基因效應所控制，但以累加性基因效應為主；高米粒直鏈澱粉含量為不完全顯性；估得有關基因數為2對(郭等, 1985a)。而本全互交分析所得之結果與王(1975)及陳(1979)等本土性之研究結果大致相一致。

著者在美國進修曾進行前述大樣品暨單穀粒為分析基準之米粒直鏈澱粉含量遺傳研究，經以全互交法、世代平均值法、傳統孟德爾法之估算，結果發現，直鏈澱粉含量遺傳機制因組合之不同互有變化，但大致與著者等已出刊暨其他學者之報告相一致 (Kuo, 1992)，而與Kumar and Khush (1987)之結果不同。

Kumar and Khush (1987)利用單穀粒直鏈澱粉含量之分析進行米粒直鏈澱粉含量的遺傳研究，結論指出：米粒直鏈澱粉含量由1對主效顯性基因及若干修飾基因所控制；高含量者對低含量者或中含量者呈完全顯性。Kumar and Khush(1987)認為米粒直鏈澱粉含量之遺傳機制，在混合樣品與單穀粒分析之差異（即不完全顯性對完全顯性）是：以次一世代遺傳型互異之混合米粒的測定值作為上一世代推估值所造成之偏估。唯，著者在以單穀粒直鏈澱粉含量之分析進行本性狀的遺傳研究中亦發現：米粒直鏈澱粉含係量由1對主效基因或2對互補基因及若干修飾基因所控制；高含量者對低含量者或中含量者為不完全顯性、中含量者對低含量者亦為不完全顯性(Kuo, 1992)。著者(1992) 基於：美國南方品種Lemont單穗上諸穀粒直鏈澱粉含量成常態分布（單穀粒直鏈澱粉含量分析)，顯示單穀粒直鏈澱粉含量之分析結果混雜有穗內變異，而其穗平均值恰與混合樣品測定值相同 (W ebb et al., 1990)之事實；Kumar and Khush (1987)之遺傳分析仍無法有效處理基因之劑量效應；及，各該試驗材料遺傳背景互有不同，即各該遺傳研究均屬統計上之所謂固定型試驗，自不宜作試驗材料外之推論等等事實，故認為：米粒直鏈澱粉含量的遺傳有不完全顯性對完全顯性之不同，並不完全肇因於分析基準之不同，按，即大樣品或單穀粒之不同。此即，Kumar and Khush (1987)僅以導因於次一世代遺傳型互異混合米粒的測定值作為上一世代推估值之偏估，作為解釋單穀粒與大樣品兩分析基準下遺傳機制不同之唯一依據，並不能讓人完全信服。

膠體性質(gel consistency，國內以前習稱膠體軟硬度或膠體硬度或膠體展流度)為Cagampang et el. (1973)發展出，用於秈米食用品質之檢定中，彌補僅行直鏈澱粉含量分析不足之一種米質檢定方法。著者曾首用嘉農秈11號與臺農67號及臺南5號與臺中在來1號等兩個粳秈稻雜交組合，於1979年進行米粉膠體性質之遺傳，結果發現：兩雜交組合F_2集團膠體展流度之頻度分布呈偏歪分布，且均可分成3低展流度：1高展流度之比例，符合孟德爾氏單性雜種分離之遺傳理論；廣義遺傳率極高；同時，膠體展流度與直鏈澱粉含量成極顯著負相關，而與產量性狀之相關不顯著(郭與謝, 1983)。全互交之結果顯示：膠體性質存有母本效應；累加性與顯性基因效應約相等；低膠體展流度對高膠體展流度呈完全顯性(郭, 1985a)。

米粒膠化溫度(gelatinization temperature)爲米粒澱粉浸水加熱開始澎漲至不能再回復原來構形之臨界溫度。一般品種之膠化溫度要介於55-79℃之間，它被歸爲三級：低膠化溫度(70℃以下)、中膠化溫度(70-74℃)及高(74℃以上)等三級，膠化溫度往往以鹼性擴散值(Alkali digestion scale) 間接估計之，直接測定則以Amylograph行之。咸認膠化溫度之遺傳相當複雜，Beachell and Stansel(1963)發現在中與低膠化溫度品種間雜交，可選出高膠化型後裔；而在中與高膠化型品種間雜交，僅能選出中和高膠化型的植株；若干高與低膠化型品種間之雜交，則有高、中及低等三型之植株。Stansel(1966)以高及中膠化溫度之品種雜交中，發現後裔之膠化溫度只有親本型個體出現；在高與低膠化型組合中，有三型出現（高、中、低)，但中膠化型個體較少且不能固定，故以3對基因來解釋其膠化溫度與直鏈澱粉含量之變化。另一方面，Chang and Li(1980; 1991)之綜論認爲高及中膠化溫度親本間之差異，係受少數主效基因以及數個修飾基因所控制，而在數個雜交組合之F2集團中，大部份組合普遍顯現高膠化溫度爲顯性基因所控制；有的組合則被指出係受基因之累加性作用所影響，同時，各類基因間之高次交感作用如：顯性x顯性、顯性x累加性及累加性x 累加性等三類作用之是否存在，則視組合而異。郭等(1985a)本土性之研究分析指出：米粒膠化溫度有母本效應；且供試親本米粒膠化溫度之遺傳變異係由累加性與顯性基因效應所控制，而以累加性基因效應爲主；低膠化溫度對高膠化溫度爲不完全顯性。

米粒之蛋白質含量(protein content)屬稻米營養品質，但與米粒外觀暨食用品質有密切之關係。米粒之蛋白質概成顆粒狀之蛋白質體而存在於稻米胚乳澱粉顆粒之間隙間，且普遍分布於米粒之較表層部份。一般，蛋白質含量較高之米粒色澤較差，不呈雪白色而呈淺黃褐色。同時，也須較多之水與較長之時間烹煮才能完全煮熟，蛋白質含量較高之米飯色澤通較黃褐，且質地較硬。目前累積之知識是：食用品質良佳之米飯的蛋白質含量概低。亦即，米粒之蛋白質含量在稻米營養品質及食用品質兩性狀中所扮演之角色恰相衝突：利於稻米營養品質則不利於食用品質；不利於稻米營養品質則利於食用品質。

米粒之蛋白質含量屬品種特性，但環境強烈影響其表現。有關環境對米粒蛋白質含量之影響、米粒蛋白質之理化特性、高蛋白質稻之生理特性等著者有詳盡之綜合論述(郭, 1977a; 1978)，有興趣讀者可參閱著者所開列之文獻。著者等由梗稻早晚熟品系 (種) 暨若干梗秈稻雜交後代米粒蛋白質含量之分離情形推論：米粒蛋白質含量之遺傳通呈低蛋白質含量者對高者爲顯性；遺傳率由極低至中等，視組合之不同而異；有關之基因對數爲1至2對；米粒蛋白質含量概與穀產量及生育日數成極顯著或顯著之負相關；有若干向正負兩方向超越高與低含量親本之單株發現(郭, 1977b; 1978 ; 郭等, 1978a; 1978b; Hsieh and Kuo, 1979, 1982)。此等推論與Chang and Li (1980; 1991)之綜論大致相合。另一全互交試驗之分析結果爲：供試親本間米粒蛋白質含量之遺傳變異係由累加性與顯性基因效應所導至；母本效應顯著；低蛋白質含量對高含量爲不完全顯性；蛋白質含量與直鍊澱粉含量成極顯著之負相關，與膠體性質成極顯著之正相關，而與穀粒長無相關(郭等, 1985a)。

基於許多報告顯示：在高蛋白稻育種計畫中，咸認以單株蛋白質產量用爲評選之基準較以單位乾物重(即蛋白質含量)更具價值，著者曾以兩個梗稻雜交F2集團爲材料，進行單株蛋白質產量與具因果關係諸產量性狀、蛋白質含量等之路徑分析。經逐步推論分析後，將單株蛋白質產量解析爲基本性狀時，蛋白質含量、穗數、平均一穗穎花數、結實率、千粒重爲支

配單株蛋白質產量之主要因素。另方面，各該性狀對單株蛋白質產量直接效應之估算結果顯示：單株穀產量對蛋白質產量之直接效應較蛋白質含量者爲大；而穀產量構成四要素對單株蛋白質產量之直接效應則以平均一穗穎花數最大，次爲穗數，再爲結實率，而以千粒重者最小(郭等, 1978c)。

稻米是以整粒狀態被烹煮食用，而米飯如以Texturometer或Rheometer測定，則可獲知該米飯之硬度、黏性、凝集性、脆性、咀嚼性及黏著性等6種飯粒物理特性。已知米飯之此等物理特性與食用品質有關(郭等, 1987)，著者等乃以六親本之全互交法探討米飯物理特性之遺傳，數據經以Jinks -Hayman及Griffing等兩套方法分析，結果發現：飯粒之硬度、凝集性、脆性、咀嚼性、黏著性等5種飯粒物理特性親本間之遺傳變異均極大，此遺傳變異係由累加性基因效應與顯性基因效應所控制；除凝集性爲顯性基因效應大於累加性基因效應外，餘4性狀均爲累加性基因效應大於顯性基因效應；5個飯粒物理特性均存有母本效應；除凝集性外，餘4性狀之遺傳率均高；經由變方成份估得之顯性程度與經迴歸圖析所得之結果不盡相同；各米飯特性之一般組合力與特殊組合力均顯著，而一般組合力較殊組合力爲大(郭與劉, 1987)。

稻米粉末在加水受熱後產生具黏性米糊，而Amylograph爲用來記錄米糊黏性變化之機具。證據顯示米糊黏性變化之特性與稻米之加工及食用特性有關(Webb, 1975)，Kuo(1992)因之進行稻米粉末Brabender澱粉連續黏度之遺傳分析，全互交之結果指出，崩解黏度(amylographic breakdown viscosity)受累加性基因效應與顯性基因效應所控制，但以累加性效基因應較大；無母本效應；低崩解黏度對高崩解黏度爲不完全顯性；狹義遺傳率高(0.85)；一般組合力較特殊組合力高，且該兩組合力均顯著。另方面，世代平均值分析則發現：親本間之遺傳變異除累加性基因效應及顯性基因效應外，尙存有累加性x顯性交感作用；數據並再度顯示：低崩解黏度對高崩解黏度爲不完全顯性。而Kuo(1992)進行米粒粉末Brabender澱粉連續黏度之遺傳分析，標的性狀除導出性狀崩解黏度外，尙有高峰黏度、熱糊黏度、冷糊黏度等3個基本黏度值及回饋黏度與膠體黏度等

2個導出黏度值，基於崩解黏度與其它如快煮米加工品質之關係較爲明確，故在此作詳細之遺傳機制描述，餘5性狀均略而不言。另，著者在美國之進修研究中，曾創出小樣品之澱粉連續黏度分析法，並蒙多家米加工業者試行中。

品質改良工作概況

臺灣稻米品質改良工作之奠基，完全歸功於前農委會農糧處長-黃正華先生之高瞻遠矚。由於黃先生之推動，除派專人前往設在菲律賓之國際稻米研究所(IRRI)受訓外，農復會(農委會前身)更於民國60年(西元1971年)即輔助廳屬臺中區農業改良場設立米質研究室。此後，負責人從一些本土性基礎研究中，雖已初步規劃出米質有關之若干重要工作，唯在民國60-70年(西元1971年至西元1981年)代稻米產量最優先的時代背景下，對本省稻米品質改進方面並未發生較大之影響力。及至民國70年(西元1981年)以後，稻米品質開始被重視後，臺中區農業改良場米質研究室之角色功能開始突顯了，在農委會之決策支持下，已規劃完成本省稻米品質分級之暫訂標準。糧食局也於民國73年(西元1984年)二期作起開始輔導具有分級小包裝白

米生產及銷售能力之鄉鎮農會及糧商與農民契作生產良質米；民國74年(西元1985年) 二期作起又配合發展精緻農業，辦理輔導良質米產銷計畫，特級良質小包裝米於焉誕生。目前，大拇指特級良質米、CAS (Chinese Agricultural Standard)特級良質米等已成為本省稻米銷售之主流。

另方面，由於品種、栽培環境、氣候、栽培方法、收穫後處理及煮飯操作等，都將影響到稻米之品質表現，但國內在這方面之經驗不多，決策當局鑑於東鄰之日本在良質米產銷方面已有很好之基礎，故透過種種管道，一方面邀請日本暨國際著名米質專家來臺指導有關之研究(如日本之平野哲也博士，豐錦之育成者；崛末登博士等；國際稻米研究所之Dr Juliano)；一方面組團赴日做綜性、有計劃、有目標地研習、訪問。訪問團員回臺後，也都能各就崗位，發揮訪問心得，對本省稻米品質之改進善盡心力。同時，基於品種改良是提高稻米品質之最基本方法，人才之培養自是刻不容緩，農委會亦於有限經費下勻出部份款項供作人員培養進修之用，筆者即因此被派往美國進修；另有他人則被送往日本進修（如臺中場之洪梅珠博士）；而國內以米質改良為題之在職進修者也是比比可見（如臺中場之許愛娜博士等），此即期望能在品種改良等基礎工作方面紮下根基。

三方面，農政主管當局也整合各試驗研究單位，針對各稻米品質之有關問題，在有限之經費下，進行本土性、系統性之基礎暨應用性研究：諸如稻米之理化特性與食味之關係；品質性狀之遺傳；環境與米質；收穫、調製、貯藏及加工與米質；品質檢定與分級、良質米嗜食性調查、米食與健康等等，並於民國77年4月7-9日(西元1988年4月7-9日)，由行政院農委會及省政府農林廳邀集各單位，在臺中區農業改良場將各單位之研究成果作一綜合性之檢討與驗收，並輯成專集出版。而農林聽與糧食局每年所舉辦之良質米生產、示範觀摩與良質米飯品嚐等的觀摩會，則不勝枚舉。

目前，農政決策單位在稻米品質改良方面，除了繼續良質米品種之選育外，推動重點在：良質米適栽區及適栽品種之規劃、輔導良質米產銷、加強良質米栽培生產技術及良質米集團栽培契作等等。但是稻米品質之改善，除了影響稻米品質諸重要因素之控制與改良外，行政措施之配合也相當重要，因之，良質米之產銷一定要由高層次之農政決策單位來統籌主導才具效率。而有關臺灣現階段稻米品質改進況，前農委會鄧科長(現高雄區農業改良場副場長)在民國77年(西元1988年)「稻米品研討會」中，有極周延精闢之分析及舉證，所論述臺灣稻米品質改進所面臨之種問題及處理理念，或已被解決、或正在被解決、或已突顯、或即將突顯、或被引用、或即將被引用，對現階段臺灣稻米品質改良問題有興趣者，都可從該論述中獲得有關技術層面及行政處理層面之答案。

歷年育成梗秈稻品質性狀之表現

經查現有文獻知，日人據臺之約五十年間(西元1895年至1945年)，對臺灣梗稻之改良雖不遺餘力，但直到光復前，日人仍認為臺灣產稻米之品質，一般尚稍遜於日本產者，而這些被日人認為品質略遜日本品種一籌之水稻品種，卻是光復後臺灣稻作產業重建之主要栽培品種。而光復1號及401雖號稱臺灣光復後最先命名登記之品種，但該兩品種雖是光復後登記，大部份選育工作幾乎仍是為在日據時代完成。據現有文獻知，臺灣第一個光復後才進行雜交、

選育並完成登記之本土育成品種爲臺灣省農業試驗所嘉義分所育成之嘉農242號，該品種民國35年(西元1946年)2期作雜交，民國40 年(西元1951年)2期作選出，民國45年(西元1956年)登記推廣。該品種高產，抗病，米質佳，廣受栽培。另，高雄22、24、25、27號亦均於民國35年(西元1946年)2期作雜交，但登記之年代則均較嘉農242號爲晚，其中高雄27號曾爲當時高屏地區之主要栽培品種。此後農林廳所屬各試驗場所在被公稱爲農糧導師-黃正華先生之領導推動之下，一個個各具特色之高產品種陸續推出，各領風騷於一時、一地，或全省、較長期。而光復後到現在，能廣被接受之本土性暨全省性品種應僅有臺南5號與臺農號67等兩品種。

另方面，與粳稻相比較，不論是日人或我政府，在秈稻方面投入之資源顯得相對地少。但光復後之育種實績卻頗有可觀者焉。就中，最有名之品種爲臺中在來1號，該品種民國38年(西元1949年)2期作雜交，民國41年(西元1952年) 2期作選出，民國46年(西元1957年)1期作登記，是被公認爲全世界第一個利用半矮性基因(semidwarfs)之秈稻品種。國際稻米研究所(IRRI)因之育成號稱水稻綠色革命之IR 8，喚起全世界稻作學者對半矮性基因之認識，半矮性秈稻遂爲全世界秈稻栽培品種之主流。另一品種，臺中秈10號以其高產暨良質著稱，也被我駐外農技團推薦至世界各地，而以高產、適應性廣聞名。以上兩秈稻品種均由臺中區農業改良場育成。

農糧導師-黃正華氏(1985)曾將光復後臺灣之稻米生產改進區分爲五階段：從民國35年(西元1946年)至民國39年(西元1950年)爲戰後恢復期；從民國40年(西元1951年)至民國49年(西元1960年)爲農業支持工業發展期；民國50年(西元1961年)至民國59年(西元1970年)爲農工業發展轉換期；民國6 0年(西元1971年)至民國72年(西元1983年)爲加速農村建設期，民國73年(西元1984年) 以後爲稻田轉作期(表1)，亦即稻米品質全面受重視之開始。而歷年來所育成粳秈稻品種(包含若干日據時代育成之品種)品質性狀之表現，恰與這五階段稻作生產目標有相當程度之關連，玆以歷年來所育成粳秈稻品種(包含若干日據時代育成之品種)品質性狀之表現爲經，以黃氏(1985)光復後臺灣稻米生產改進五階段爲緯，來檢討臺灣在稻米品質改良方面之實績。又，本節所列歷年育成粳秈稻品質性狀表現之數據係摘錄自宋等(1991)之著作，但在本文中之辯證則純爲著者個人之論點，若有引喻失義，當爲著者之失；同時，本節之辯證與郭與宋(1992)之論著有相當程度之雷同，有興趣一窺郭與宋(1992)論著之全貌可洽著者，或查作物生產改進硏討會專集(1992年國立中興大學農學院刊行)。

表 1. 臺灣稻米生產改進五階段

起迄年代	具體作爲
西元1946年至1950年	戰後恢復期
西元1951年至1960年	農業支持工業期
西元1961年至1970年	農工業發展轉換期
西元1971年至1983年	加速農村建設期 (西元1981年開始重視米質)
西元1984年至	稻田轉作期

(黃正華氏, 1985)

一、歷年育成粳秈稻品種之碾米品質：

顧名思義，碾米品質自是與稻穀經碾白加工成白米有關之品質性狀，習慣上，碾米品質又被區分爲碾糙率、白米率、完整米率等三項。由於碾米品質直接影響碾米加工廠之利潤，故碾米廠總是希望購得具高碾米品質(尤其高完整米率)之稻穀以增加收益。已知，影響碾米品質之因素除了栽培管理、稻穀收穫、乾燥、貯藏及碾米加工處理等外，主要爲各該品種之特性，因之，本節首先檢討歷年育成品種碾米品質之變異。

歷年育成粳稻品種之碾糙率、白米率及完整米率等碾米品質性狀的變異如表2。依黃氏(1985)論文所稱光復後臺灣稻米生產改進五階段來看臺灣稻米品質改進之演變，則歷年育成品種碾米品質變異之脈絡已隱約可循。以完整米率爲例，戰後恢復期之品種，碾米品質尙保持一定之水準(此期品種概爲日本人育成)，其後歷經農業支持工業期及農業工業轉換期等(以糧食增產爲首要農建目標)，碾米品質逐漸滑落，而在加强農村建設期後開始脫胎換骨，碾米品質逐漸獲得改善。由表2之改善情況可預測，此趨勢已邁過稻田轉作期，並將持續穩定地維持一定的改善幅度。理由之一乃因爲目前水稻新品種選育過程中，粒型之選拔目標是穀粒不太大而稍細長，而此類型米粒通不具白堊質，而於碾米過程中較不易碎裂。因之，就完整米率言，未來本省梗稻品種之碾米品質將還有提升之空間，雖是美國中短粒米之完整米率概介於57至66%之譜。

歷年育成秈稻品種碾米品質之變異如表3。其改善情況之變化趨勢雖類梗稻，但持續改善之趨勢似已停頓。唯，美國長粒米之完整米率概介於55到63% 間。而表中臺農秈18號也高達68.7%，顯示秈稻在碾米品質方面（尤其完整米率）尙有可待努力之空間。

二、歷年育成粳秈稻品種之米粒外觀：

構成白米外觀之主要項目有：米粒之大小、形狀、胚眼大小、透明度、心白、腹白及背白等項。國內消費者對米粒之大小及形狀並無特殊之偏好，而國際稻米市場則以長粒型爲主流。唯，對於透明度及心或腹白等之要求則一。一般，以透明瑩澈，潔白無瑕之米粒爲高外觀品質之象徵。表4及表5爲臺灣近年育成梗秈稻品種米粒外觀之變異表。由表 4可知，歷年來主要梗稻品種米粒外觀之變異是最符合黃氏(1985)臺灣稻米生產改進五階段區分下，外觀品質爲稻米品質性狀中隨階段改進目標之變化而變化之品質性狀。簡言之，戰前及戰後恢復期之品種，米粒外觀尙保持一定之水準；其後歷經以豐產爲導向之農業支持工業發展期及農工業發展轉換期(1952年至1971年)，米粒外觀品質由於不受重視乃逐漸趨下。加速農村建設期是個轉捩點，此期雖仍然以高產爲導向，但米質問題已開始受重視，且米粒外觀也是育種選拔中較簡便易行之性狀，選拔效率高，故米粒外觀品質之改進績效快速。現行良質米評定標準是：心、腹、背白等項値合計若超過1則不符合良質米品種之初步要件，故各試驗場所也倍加用心。由於心、腹、背白之表現雖受環境因子之影響，但也是品種特性之一，遺傳率高，早代選拔有效(郭與劉,1986a；Jennings et al., 1979)，因之個人認爲米粒外觀品質之改進是稻米品質改良中最容易進行，也是最基本之工作。此即因：米粒外觀之選拔在早期世代(如第二代)樣品數量很小時，即可進行非破壞性之汰選，故，應從早期世代即予最大之選拔壓力，歷經此嚴格篩選所獲之選系再適時進行碾米品質及烹調暨食用品質特性之檢定(至此，選擇之空間實已有限，但人力與資源之負擔已可能)。也就是說，在良質品種育成過程中，應在早期

表 2. 粳稻品種之碾米品質

登記年代	品種	碾糙率(%)	白米率(%)	完整米率(%)
1930	臺中 65號	81.5	70.4	66.7
1943	嘉南 8號	81.9	70.9	66.9
1953	新竹 56號	81.9	73.6	71.8
1956	嘉農 242號	82.3	71.1	66.7
1957	臺中 178號	82.3	72.1	66.4
1957	臺南 1號	80.6	72.2	68.4
1958	臺南 3號	79.2	69.4	64.6
1958	高雄 64號	82.2	72.3	67.9
1958	臺北 306號	81.4	70.9	66.5
平均		81.3	71.3	67.2
1961	臺中 180號	80.2	70.5	63.6
1965	臺中 184號	82.3	71.7	65.5
1965	臺中 186號	80.0	70.2	64.9
1965	臺南 5號	82.8	74.1	65.7
1965	臺北 309號	79.6	69.7	66.0
1966	高雄 137號	80.1	69.9	64.7
1968	臺北 311號	81.9	71.7	65.4
1970	高雄 138號	80.7	69.6	61.1
平均		81.0	70.9	64.6
1972	臺農 61號	82.0	71.6	64.9
1972	臺東 27號	83.4	73.5	67.9
1975	臺農 62號	81.4	72.0	58.9
1975	臺中 187號	82.8	73.1	69.7
1975	臺中 188號	82.7	72.6	59.9
1975	臺南 6號	82.8	71.9	67.0
1975	高雄 139號	82.6	72.8	63.0
1976	高雄 140號	82.2	71.6	62.2
1978	臺農 67號	81.0	72.2	67.2
1979	臺東 29號	83.8	73.7	60.4
1980	高雄 141號	80.8	69.6	64.4
平均		82.3	72.3	64.1
1981*	新竹 64號	83.2	72.1	64.7
1982	臺農 68號	81.5	73.7	69.8
1982	臺中 189號	82.9	74.1	68.8
1982	臺南 7號	83.1	75.0	69.4
1985	臺農 70號	81.6	73.0	65.4
1985	臺南 9號	82.4	72.7	66.3
1986	臺中 190號	82.1	71.4	65.3
1987	臺農 72號	82.0	74.7	71.3
1987	高熊 142號	84.0	75.6	68.5
1988	臺梗 1號	83.1	74.4	67.2
1989	臺梗 2號	83.6	74.0	68.9
1990	臺梗 3號	83.2	73.4	68.0
1990	臺梗 4號	82.0	71.6	65.7
1990	臺梗 5號	83.4	74.0	68.1
平均		82.7	73.6	67.8

*開始重視稻米品質

表 3. 秈稻品種之碾米品質

登記年代	品種	碾糙率(%)	白米率(%)	完整米率(%)
1957	臺中在來 1號	78.6	69.2	50.4
1967	臺中秈 2號	77.8	66.5	52.8
1969	高雄秈 2號	79.6	68.8	58.1
	平均	78.7	68.2	53.0
1974	嘉農秈 6號	80.2	72.1	64.0
1974	嘉農秈選 8號	79.2	71.3	66.2
1974	嘉農秈 11號	80.1	70.8	63.5
1976	臺中秈 3號	78.4	70.6	54.0
1977	臺中秈 5號	79.0	70.7	59.1
1978	高雄秈 7號	78.9	70.6	58.3
1979	臺中秈 10號	79.0	70.3	57.5
1980	臺南秈 15號	81.5	71.4	59.6
	平均	79.5	71.0	60.2
1981*	臺中秈 16號	78.0	69.9	64.9
1982	臺農秈 14號	78.6	68.2	51.9
1984	臺農秈 18號	80.3	71.3	68.7
1984	臺中秈 17號	80.6	70.3	53.0
1984	臺農秈 19號	78.6	67.6	61.3
1986	臺農秈 20號	79.6	67.9	64.6
1988	臺秈 1號	79.5	69.6	61.8
	平均	79.3	69.3	60.9

*開始重視稻米品質

世代給予米粒外觀最大之選拔壓力，而對碾米及烹調暨食用品質之選拔壓力則酌量行之。按，碾米品質及烹調暨食用品質(理化特性分析或食味品嚐)之分析，均屬破壞性且須大量樣品才能實施。因之，育種人員對此碾米及烹調暨食用品質性狀之汰選可說是最無著力點了，尤以稉稻爲然。此因，稉稻之食用品質很難藉米粒理化特性之測定來判別之。

歷年育成秈稻品種米粒外觀之變異(表5)，較無軌跡可循，推測可能原因爲：一則日人用力不多；另則我政府因秈稻栽培面積較少，似較不重視；三則自長秈稻推出後，工作人員專注到容重量及低直鍊澱粉含量品種育成方面之問題，而對此方面著力不多。但無論如何，近年來，長粒型秈稻之白米外觀，一般均比早期短圓秈稻品種者爲佳則是不爭之事實。

表 4. 粳稻品種之米粒外觀

登記年代	品種	大小	粒型	透明度	心白	腹白
1930	臺中 65號	S	B	3	0	1
1943	嘉南 8號	"	"	2	0	1
1953	新竹 56號	"	"	2	0	0
1956	嘉農 242號	"	"	3	0	0
1957	臺中 178號	"	"	2	0	1
1957	臺南 1號	"	"	2	0	1
1958	臺南 3號	"	"	3	0	2
1958	高雄 64號	"	"	2	0	1
1958	臺北 306號	"	"	3	0	1
	平均			2.5	0	0.9
1961	臺中 180號	S	B	3	2	0
1965	臺中 184號	"	"	3	0	1
1965	臺中 186號	"	"	3	1	1
1965	臺南 5號	"	"	3	1	0
1965	臺南 309號	"	"	3	1	1
1966	高雄 137號	"	"	3	0	1
1968	臺北 311號	"	"	3	1	0
1970	高雄 138號	"	"	3	0	2
	平均			3.0	0.8	0.8
1972	臺農 61號	S	B	3	0	2
1972	臺東 27號	"	"	3	1	0
1975	臺農 62號	"	"	4	0	2
1975	臺中 187號	"	"	3	1	0
1975	臺中 188號	"	"	3	1	2
1975	臺南 6號	"	"	3	0	1
1975	高雄 139號	"	"	3	1	1
1976	高雄 140號	"	"	3	0	2
1978	臺農 67號	"	"	3	1	1
1979	臺東 29號	"	"	3	0	1
1980	高雄 141號	"	"	3	1	0
	平均			3.1	0.6	1.3
1981*	新竹 64號	S	B	3	0	1
1982	臺農 68號	"	"	3	0	1
1982	臺中 189號	"	"	3	0	1
1982	臺南 7號	"	"	2	1	0
1985	臺農 70號	"	"	4	0	0
1985	臺南 9號	"	"	2	0	0
1986	臺中 190號	"	"	3	0	2
1987	臺農 72號	"	"	3	2	0
1987	高雄 142號	"	"	3	1	0
1988	臺稉 1號	"	"	3	0	0
1989	臺稉 2號	"	"	3	1	0
1990	臺稉 3號	"	"	3	1	0
1990	臺稉 4號	"	"	3	0	2
1990	臺稉 5號	"	"	3	0	1
	平均			2.8	0.4	0.6

*開始重視稻米品質

表 5. 秈稻品種之米粒外觀

登記年代	品種	大小	粒型	透明度	心白	腹白
1957	臺中在來 1號	MS	I	3	0	2
1967	臺中秈 2號	S	B	5	0	4
1969	高雄秈 2號	S	I	4	0	4
平均				4.0	0	3.3
1974	嘉農秈 6號	M	S	1	0	0
1974	嘉農秈選 8號	ML	S	2	1	0
1974	嘉農秈 11號	M	I	3	0	2
1976	臺中秈 3號	ML	S	2	1	0
1977	臺中秈 5號	M	I	2	2	0
1978	高雄秈 7號	ML	S	5	0	4
1979	臺中秈 10號	ML	I	3	1	0
1980	臺南秈 15號	ML	S	2	0	0
平均				2.5	0.6	0.8
1981*	臺中秈 16號	ML	I	3	0	0
1982	臺農秈 14號	ML	S	3	1	2
1984	臺農秈 18號	ML	S	3	1	0
1984	臺中秈 17號	M	I	3	1	3
1984	臺農秈 19號	ML	S	3	2	0
1986	臺農秈 20號	M	I	3	1	0
1988	臺秈 1號	ML	I	3	1	0
平均				3.0	1.0	0.7

*開始重視稻米品質

三、歷年育成粳秈品種之烹調暨食用品質：

此處所稱烹調暨食用品質之評定均以生米粒理化特性之分析，並未包括試食品嚐之成績。主要分析項目有：膠化溫度、直鏈澱粉含量、粗蛋白質含量及膠體展流度。一般，烹調特性以膠化溫度測定爲主，蛋白質含量對烹調品質也有若干程度之影響。而食用品質之特性則可由直鏈澱粉含量及膠體展流度來判定之。唯，蛋白質含量與食用品質亦有關，蛋白質含量高者食用品質較差已如前述。同時，烹調品質常亦間接、直接影響食用品質，彼此關係錯綜複雜。尤有進，目前之共識是：秈米之食用品質尙可用理化特性之分析來判定之；而粳米食用品質之判定似須以品嚐試食評分爲主，理化特性之分析爲輔。

表6及表7爲歷年育成粳秈品種烹調暨食用品質有關理化特性之檢定結果。表6顯示臺灣歷年育成粳稻品種諸種理化特性之變異不大，此即目前推廣品種食用品質評定不能依賴生米粒理化特性之分析來判定的主要原因。反之，秈稻品種之食用品質則很容易由各品種之直鏈澱粉含量來解釋之(表7)。例如，臺中秈10號之米飯濕、軟而黏如粳稻，其因乃在其直鏈澱粉含量僅17.8%；而臺中在來1號米飯乾、硬而鬆，原因則在其爲高直鏈澱粉含量者。

表 6. 粳稻品種之烹調暨食用品質

登記年代	品種	鹼質擴散度	膠化溫度	直鏈澱粉含量(%)	氮白質含量(%)	膠體性質
1930	臺中 65號	6	L	19.9	6.8	S
1943	嘉南 8號	5.6	L	19.5	6.9	S
1953	新竹 56號	6	L	19.0	7.2	S
1956	嘉農 242號	6	L	19.8	6.7	S
1957	臺中 178號	6	L	20.1	6.6	S
1957	臺南 1號	6	L	19.8	7.2	S
1958	臺南 3號	6	L	20.0	7.0	S
1958	高雄 64號	6	L	20.1	7.0	S
1958	臺北 306號	6	L	20.4	7.3	S
平均				19.9	7.0	
1961	臺中 180號	6	L	19.7	7.4	S
1965	臺中 184號	6	L	19.9	7.3	S
1965	臺中 186號	6	L	20.7	6.6	S
1965	臺南 5號	6	L	18.3	6.9	S
1965	台北 309號	6	L	19.7	7.2	S
1966	高雄 137號	6	L	20.9	7.0	S
1968	臺北 311號	6	L	20.6	7.1	S
1970	高雄 138號	6	L	20.5	6.9	S
平均				20.1	7.2	
1972	臺農 61號	6	L	20.8	7.2	S
1972	臺東 27號	6	L	16.7	7.0	S
1975	臺農 62號	6	L	19.3	6.7	S
1975	臺中 187號	6	L	16.8	6.8	S
1975	臺中 188號	6	L	20.7	7.0	S
1975	臺南 6號	6	L	19.2	6.7	S
1975	高雄 139號	6	L	18.9	6.3	S
1976	高雄 140號	6	L	18.3	7.3	S
1978	臺農 67號	6	L	18.9	5.8	S
1979	臺東 29號	6	L	17.5	6.7	S
1980	高雄 141號	6	L	19.5	7.6	S
平均				18.8	6.9	
1981*	新竹 64號	6	L	18.6	7.1	S
1982	臺農 68號	6	L	19.9	7.4	S
1982	臺中 189號	6	L	17.2	7.3	S
1982	臺南 7號	6	L	17.6	6.3	S
1985	臺農 70號	6	L	17.5	6.6	S
1985	臺南 9號	6	L	19.7	6.5	S
1986	臺中 190號	6	L	17.5	7.3	S
1987	臺農 72號	6	L	16.0	5.8	S
1987	高雄 142號	6	L	16.2	7.0	S
1988	臺梗 2號	6	L	16.5	5.8	S
1990	臺梗 3號	6	L	18.5	5.6	S
1990	臺梗 4號	6	L	18.6	5.2	S
1990	臺梗 5號	6	L	18.3	5.7	S
平均				17.8	6.4	

*開始重視稻米品質

表 7. 秈稻品種之烹調暨食用品質

登記年代	品種	鹼質擴散度	膠化溫度	直鏈澱粉含量(%)	氮白質含量(%)	膠體性質
1957	臺中在來 1號	7	L	28.8	9.1	H
1967	臺中秈 2號	5	I	29.2	9.1	H
1969	高雄秈 2號	5	I	30.8	8.4	H
平均				29.6	8.9	
1974	嘉農秈 6號	6	L	28.4	9.8	H
1974	嘉農秈選 8號	6	L	19.8	9.8	S
1974	嘉農秈 11號	3	H	29.7	9.6	M
1976	臺中秈 3號	6	L	18.4	7.1	S
1977	臺中秈 5號	6	L	27.8	9.4	H
1978	高雄秈 7號	4	I	28.0	7.4	H
1979	臺秈 10號	6	L	17.8	6.8	S
1980	臺南秈 15號	7	L	28.4	9.7	H
平均				24.8	8.3	
1981*	臺中秈 16號	6	L	16.7	8.0	S
1982	臺農秈 14號	4	I	29.1	8.1	S
1984	臺農秈 18號	7	L	30.0	7.4	M
1984	臺中 17秈 號	7	L	28.9	8.6	H
1984	臺農秈 19號	7	L	27.8	6.3	M
1986	臺農秈 20號	6	L	16.0	8.0	S
1988	臺秈 1號	6	L	17.0	7.9	S
平均				23.6	7.8	

*開始重視稻米品質

表 8. 稻米食味品嚐評分表

日期：　　　　性別：　　　　年齡：　　　　職業：

樣品	項目	很好	較好	稍好	同對照	稍差	較差	很差
1	外觀							
	香味							
	口味							
	黏彈性							
	硬度							
	總評							
2	外觀							
	香味							
	口味							
	黏彈性							
	硬度							
	總評							
3	外觀							
	香味							
	口味							
	黏彈性							
	硬度							
	總評							

對照品種代號為4，每樣品與對照作比較後，在各評分項目下以打"勾"予於評分。

由於表6及表7並無食味品嚐之成績，故表列品種經藉品嚐試食以判定食用品質良莠之變異付之闕如，唯近期品種如臺中189號、臺農70號、臺南9號、及大部份以臺梗命名之梗稻新品種等均是已獲推薦或有潛力之良質米品種。理論上，這些品種在適當之栽培管理下，所產之稻米品質應佳，但因這些以臺梗命名品種品質檢定(含食味品嚐)之各該數據為不同年度之數據，測試條件互異，故未列出，以免誤導讀者。

再此，重覆强調，梗稻之食用品質是很難由生米粒之理化特性測定而判別之。而當育種材料之樣品量大到足供品嚐試食時，通常已是較固定之晚期世代，此時僅能行篩檢，而幾無選拔機會。又因為米飯Q的特性似屬隱性(以越光為例，崛末, 1983)且無法於早期世代行選拔，故在現今科學基準下，權宜之計似以組合食用品質優良，然僅各具若干優良農藝性狀之中間親本於一之方法，應是唯一可行的方法。而慣行食味品嚐之評分標準係臺中區農改場米質研究室根據日本之經驗並參照臺灣之狀況所擬定(表8)，有興趣者請逕與臺中區農改場米質研究室接觸或與臺灣省農業試驗所稻作室接洽亦可。

臺灣省農業試驗所在稻米品質改良之實際育種作為及育種策略

國內稻作育種運作自民國74年第二期作起，在農政主管單位之主導下，廳屬各試驗場所之稻作育種人員組成臺灣省稻作育種小組(簡稱稻作育種小組)。在此架構下，國內之稻作育種由以前各單位之單打獨鬥、各自為政，改成現在之團隊分工、彼此合作。合作的方式是：早期世代(通常到雜交後第五代之選系)由農試所(總所及分所)在育種小組之督導下執行，後期世代則由各區改良場各在當地環境下進行篩選；各類特性分由各場所行統一檢定；小組每年開會兩次，討論共同關切之問題及各別場所個別遭遇問題之因應對策。

一、農試所在稻米品質改良之實際育種作為：

在此體制下，農業試驗所在稻米品質改良之實際育種作為是：特別著重雜交親本之品質評估。而評估之重點則以：米粒外觀及食用品質為主；理想農藝性狀為輔；病蟲害等逆境之考量居次。按，這些考量之優先順序是基於：良質與高產暨逆境抗性强是不可得兼之現存不利事實，而不得已暫時性的妥協作為，無論如何，上述良質與高產暨逆境抗性或忍受性强是不可得兼之現存事實，我們正與植物病理學者、分子遺傳學家、遺傳工程專家等密切結合，企求設法克服此現存不利之事實，我們熱切希望將來能有所突破。

在雜交親本評估方面，我們的作法是：1.檢索、彙整雜交親本在各場所所進行各項檢定之所有資訊，包含品質性狀與各農藝暨逆境抗性或忍受性等，本項資訊之檢索、彙整以儘可能多年暨多地點為目標，並考量各地實際田間觀察結果作綜合性評斷；2.由研究室同人組成食味品嚐小組，進行被建議親本食味品質之慎重再評估與確認；及3.在本所田間進行關切性狀之再觀察，而觀察田除若干目前極不重要之病蟲害外，不作任何病蟲害防治，甚或連目前極不重要病蟲害輕微發生時亦不作防治。

在雜交後裔汰選方面：1.如親本田，田間不作任何病蟲害防治，甚或連目前極不重要病蟲害輕微發生時亦不作防治；2.依田間表現，自發地進行必須之回交，或送請相關場所進行汰選，按稻作育種小組組成之有關規範：早期世代之選拔得因事實之須要，由合適之場所進行汰選，並無一定須在農試所進行之強制規定；3.所送選系均經：本所設立之稻熱病旱田篩

檢圃、稻熱病發生嚴重地區稻田設立之天然病圃，及嘉分所植保系之褐飛蝨檢定等篩檢程序，而這些病蟲抗性檢定參考資料(約有三次) 均隨各選系分送各場所供參考；4.自雜交後第三代(選獲第二代單株之第三代稻穀）起即逐株篩檢糙米之外觀，初選不合者即予淘汰，故得獲送至各區改良場所之選系，在糙米外觀上應在一定水準之上；5.基本上，雜交後裔在田間汰選方式是淘汰不合意之植株，而不是選拔表現良佳之植株；6.本所除若干特別狀況下，一般不作選系之碾米與食味品嚐，此因，此兩類檢定須大樣品，且選系數目太多，受限人力，無法進行；及7.各組合收穫之植株在歷經糙米外觀及病蟲抗性之淘汰後，各組合之選拔壓力變化頗大，多年來之平均約在5-10％之間。

在籲請各場所共同體認方面：1.基於稻米品質性狀雖可歸納爲各大類，但米粒外觀之決選卻是個僅須少量且能於早期世代進行的非破壞性檢定；而碾米及品嚐試食則須等樣品量大之晚期世代才能進行的破壞性檢定。故在本省現行之育種制度下，農試所已於早期世代給予各選系之米粒外觀相當大的選拔壓力；故，籲請各區農改場儘可能排除萬難，適時針對掌握有希望材料之碾米品質及米飯食味等方面，進行初步篩檢暨品嚐等工作。雖然，這時，似只是檢定而不是選拔。特此謹請各場所同人能共同體認到這兩性狀之初步篩檢，在早期世代是「莫法度」，也無「著力點」。而，唯有在較晚期世代才稍有「著力點」。2.各送選品系若發現有特別狀況(如稔性異常、特殊抗性或忍受性良佳但農藝性狀欠佳等)，務必保持連繫，以累積經驗或採取進一步之措施。

總言之，多年來我們在稻米品質改良之選育策略是：1.用爲雜交親本者儘可能是農藝性狀各具特色之良質米品種（系），選育之目的是在組合分散各親本之優良農藝性狀；2.利用可靠之相關性狀或指標性狀。而爲達此目標：種原之充分蒐集及篩選；各具部份優良農藝性狀（或抗病蟲害）但碾米及食用品質俱佳中間親本之培育；及深入之基礎研究以建立間接選拔之指標性狀等項工作是我們優先推動之育種基礎研究(有關此兩具體作爲下節有深入之簡單說明)。而此諸項工作之大原則雖簡單明確，但執行細節卻是經緯多端，非一朝一夕可達。唯賴：上級決策領導單位之支持；稻作同仁之執著敬業及合作體諒，才能邁過困境，步上坦途。

二、農試所在稻米品質改良之育種策略：

"稻米生產企業化；稻農生活現代化；稻田生態自然化" 爲農試所在稻米品質改良所揭櫫之育種目標。換言之，此"三生" 稻作係農試所稻作研究爲因應我國進入國際關貿總協(GATT, General Agreement on Tariffs and Trade) 後對本省稻作之衝擊暨爲永續本省稻作產業之長程戮力目標。具體言之，今後農試所之稻米改良目標：以持續地提昇省產稻米品質，以創立省產稻米品牌；以降低人力資源投入，減少農用化學製劑用量等，以大幅降低生產成本及避免過度污染環境，以增加暨穩固省產稻米的國內外市場競爭力；以永續本省稻作產業；以永續我中華米食文化爲首要之育種目標。而，育種之策略則，一方面全方位積極系統蒐集暨評估良質等種原，建立育種資訊庫；藉由稻種間雜交或其他生物科技以擴大栽培稻之遺傳歧異性，建立各標的性狀之基因庫。另一方面，檢討現行對稻熱病、白葉枯病及稻飛蝨等主要病蟲害抗性之利用方式；積極檢討穗形、米粒外貌與食味品質間之關係，並適時引用生物科技(如RFLP, MS, selection with marker)，確立良質米選拔指標。他方面，朝適合粗放栽培（低成本

或有機栽培等）稻作品種之開發投入。期經藉此有限人力暨資源之搭配，並透過同仁團隊合作與分工以提高育種效率，加速良質、豐產並適於低成本栽培水稻新品種之育成，以永續本省稻作產業。

前節已述及，臺灣省農業試驗所在稻米品質改良之育種基礎策略概可分為：種原之評估與利用及育種相關指標性狀之建立等兩大項。但為方便人力與資源之掌握，我們將此育種基礎試驗區分為：稻遺傳資源之評估與利用、育種資訊系統之運作、稻作遺傳歧異性之擴大、病蟲害抗性利用及其分子遺傳之研究、直播栽培之育種技術檢討等等中、長程育種基礎試驗。而以上諸基礎試驗均以良質為主，其他特殊性狀之利用為輔，茲簡述如後：

(一)稻遺傳資源之評估、利用及育種資訊管理系統之運作

稻種原之蒐集、評估與利用，係屬長遠性工作，為稻品種改良不可或缺之基礎工作。唯，今後為更落實稻種原評估在本省良質育種計畫之實際功能，評估以品質性狀、病蟲害抗性、逆境忍受性、株型或其他目標性狀等為重點，必要時則進行標的性狀遺傳機制之分析，以俾益新品種之開發；同時，為充分掌握日趨龐大複雜育種相關資訊，諸如：雜交種原之親緣關係、各類抗性與逆境特性、農藝特性暨適應性等資訊，規畫建立以稻作育種資訊管理為主之軟體系統，以突破上項育種資訊應用時，相關資訊龐大複雜之困擾。此即，期藉本基礎工作之辦理，以提高育種效率，加速新品種開發。本項工作關於稻作育種資訊管理系統軟體之建立及維護部份由農藝系統計研究室推動；稻作研究室負責育種相關資訊鍵入與資訊之取用。

(二)稻作遺傳歧異性之擴大

作物遺傳歧異性對作物生產重要性之實例，首見西元1970年玉米葉斑病(southern leaf blight)侵襲美國玉米帶，造成無與倫比損失之個案。類此，作物遺傳歧異性過小之潛在危機，國內外先後已有多篇論文加以討論。而國內稻作由於改良豐產商業品種如臺中65號、臺南5號及臺農67號等之推廣栽培後，導至單一品種栽培面積之急速擴張，田間遺傳變異性之急劇下降，擴大遺傳(包含細胞質)歧異性對稻作生產之必要性益形突顯。本項工作初期在稻熱病、白葉枯病、褐飛蝨等主要病蟲害直式抗性不同遺傳來源之擴大為主，而以橫式為最終目標。並希望引入各類型稻種原之細胞質，擴大本省稻核基因及細胞質之遺傳歧異性，進而建立各實用性狀之基因庫，供實際育種應用。

(三)病蟲害抗性利用及其分子遺傳之研究

臺灣地處亞熱帶，終年高溫多溼，極適病蟲滋生。目前較重要之病蟲害為：稻熱病、白葉枯病及褐飛蝨等。稻熱病及白葉枯病分屬眞菌及細菌性病害，有生理小種之問題；褐飛蝨方面也有生物小種之問題，且已發生生物小種相之改變。諸如此類問題已到育種工作者非徹底檢討現行育種策略不可之階段，因之，將積極展開對現有及未來引入種原之橫式（horizontal）及直式（vertical）抗性之檢定與利用重加評估與檢討，內含抗性機制遺傳行為之再檢討、中間親本之運用、RELP法及SM之運用、橫式及直式抗性之育種策略等等。本項工作是與病理與分子遺傳同人分工合作。

(四)直播栽培之育種技術檢討

直播等低成本栽培技術，應是省工栽培及未來大規模集團經營最可能的主要栽培方式。無可置疑地，直播栽培技術之繼續改良暨合宜品種之使用，是本省直播栽培極待解決的問題。國內嘉義分所及中興大學過去曾對有關直播時之seedling vigor 問題加以研究；數年前育種小

組也曾全面檢討以往本省各試驗場所直播栽培之試驗成果，並認爲在時、空條件均已改變之狀態下，直播栽培值得再次深思，而適直播栽培品種與直播栽培技術之開發空間尙大；另，旅美我國籍稻作專家曾書田博士謂：在加州之直播條件(冷水暨深水)下，本省育成品種直播發芽情形良好，但本所小規模預備試驗之結果並不理想。經參觀、檢討目前各場所有關直播栽培之栽培技術，深信有進行本土化直播栽培育種技術檢討之必要。

(五)未來稻株型之評估

本所檢討適應有機農法或低投入品種選育方面之問題，認爲，這些品種應具有：所謂病(蟲)害橫式抗性，肥料反應較不敏感，莖桿較披開，穗數較少，通風良好等等特點。此種株型與所提：二十一世紀稻作之理想株型；及攜有半矮性基因sd-6植株之株型十分相近。而本所在進行稻種間或屬間雜交擴大遺傳歧異研究中，亦曾選獲此類型植株。此類株型與本省稻作產業有關之遺傳育種檢討，應是值得本省稻作界深思之問題。

檢討與展望

臺灣光復初期，政府經濟建設方針以農業培養工業，農工產品之出口爲賺取外匯之主要來源。近年來，臺灣經濟起飛，經濟結構蛻變，工業產品佔出口大宗，農業產值之經濟重要性降低。另一方面，世界經濟衰退，保護主義抬頭，國際或區域經濟聯盟紛紛締結。積極加入各類國際關稅聯盟，排除關稅障礙，乃成爲臺灣經濟保持繼續成長最重要的手段之一。經有關當局多年來之努力，我國以臺澎金馬獨立關稅領域加入國際關貿總協已進入緊鑼密鼓階段，國內各項產業均將隨之面臨鉅大衝擊，稻米產業亦將遭受威脅之際，稻米產銷之世界觀實是國內稻作工作同人不可或缺之基本觀念。

稻米雖是世界上最主要的糧食作物之一，且爲世界過半數人口之主食，但因爲絕大多數之稻米生產國家都在亞洲，且絕大多數之稻米都是在生產地被消費因之，稻米之市場非常狹小，估計僅約不到世界稻米總產量5% 之稻米流入國際稻米市場 (Efferson, 1985) 。如此，就世界整體言，與其他大宗貿易穀物小麥及玉米相比，稻米在國際貿易上就顯得相對地不很重要。但就個別國家言，則自有其可觀者焉。以美國爲例，稻米之栽培面積雖未達美國總作物栽培面積之2% ，但稻米之產品總值卻高居重要農作物順位之第六位(Webb et al., 1985)；而泰國，世界上最大的稻米輸出國，西元年之稻米輸出額更高達1,768,949,000 美元(IRRI, 1991)；而在我國，高額之庫存稻米則造成糧政當局之沈重負擔，由此可知，國際稻米市場雖狹小，但在產米國家之經濟方面卻扮演一個舉足輕重之色。

近年來由於耕種技術進步，病蟲害控制得宜及優秀改良品種育成，世界多數稻作國家大多由糧食不足等情況轉變成糧食勉可或已可自給自足或有餘糧可供輸出的國家。而使這長久以來被視爲亞洲地區人民之主食穀物-稻米，已成爲目前國際糧食市場中廣受注目的禾穀類糧食之一，稻米市場因而更趨狹小，競爭益趨劇烈，其市場成爲若干稻米輸出國瓜分、爭食之大餅自不言而喻。

據Efferson (1985)之歸納，國際稻米市場流通之白米計分成六類：一爲高品質長粒型生白米(high quality long-grain raw milled rice)；二爲中品質長粒型生白米(medium quality long-grain raw milled rice)；三爲中粒及短粒型生白米(medium-and short-grain rice)；四爲預煮米(parboiled rice)；五爲香米(aromatic rice)；六爲糯(glutinous rice)。由於各地區（或國家）消費習性不同，稻米品質之要求也隨之不同，上列六型稻米各佔有其一定之市場，也各有其價

格結構。其中，傳統良質印度型長粒生白米(the traditional high quality Indica long-grain raw rice) 約佔有世界稻米市場交易量之1/4 左右並擁有最高之利潤，長久以來被認為是世界稻米市場中，較高價且市場佔有率極高之米類，這類米屬中直鏈澱粉含量，飯食口味與低直鏈澱粉含量之中、短粒者不同，而主要供應國為美國及泰國，烏拉圭及阿根庭也佔有一席之地。惟，自民國69年(1980年)以來，中粒及短粒型米之市場須求量逐年增加，價格看俏，後勢看好，似有後來居上之勢(Efferson, 1985)，而此兩型白米概屬於適應溫帶冷涼地區之稉型，主要之輸出國為澳大利亞、美國 (加州產中、短粒型米)、臺灣、中國大陸及義大利；主要市場為大平洋諸島、亞洲、非洲及歐洲市區之消費者。在歐洲，此類米概被用之於各類甜食如米布丁之製作。此類米屬低直鏈澱粉含量，煮成之米飯濕潤柔軟且具黏性(Q)，為若干亞洲國家人民之最愛。因之，此類米在這些國家稻米市場價格俏，極有競爭性，若干產米國家如美國及澳大利亞已調整其稻米生產策略，相當重視中及短粒米市場之攻佔(Efferson, 1985) 。又，若干亞洲國家如孟加拉、斯里蘭卡、臺灣、中國大陸也生產粒型中短但米飯特性如長粒米之稻米，此類為秈型，米粒之直鏈澱粉含量概高。而臺灣另生產長粒之低直鏈澱粉含量之秈米。另外，印度尼西亞雖間亦輸入中短粒型稉米，唯一般而言，該地區之消費者較嗜當地之爪哇型(Bulu or Javanica)米或秈米。

在亞洲，臺灣、日本及韓國等三國之米食消費以飯食為主，消費習性概以粒飯濕潤、柔軟、具黏性為上品。而此三國因天然地理條件等關係，消費者米價向較國際稻米市場高出許多。與國際稻米市場相比，日本之消費者米價約為國際米價之11倍；韓國(南韓)之消費者米價約為國際米價之5. 5倍；臺灣則約為國際米價之3倍(IRRI, 1991)。雖然此三國目前都是稻米自給自足而有餘之米飯主食地區，但由於此三地區之高消費者米價，乃造成美國米商打開此三地區食米市場之強烈企圖。唯，衡之事實，以年美國年稻穀產量7,004,000 噸為例，計全年所生產之白米（加適量碎米）約4, 902,800 公噸（轉換因子以.7為基準)，扣除美國境內亞裔、西班牙裔及其他工業需要約40 million CWT（1CWT=100磅，總計內銷1,814,360噸），則全年美國稻米可供輸往此三個亞洲高消費米價國家之白米量約為3百萬噸左右（按年美國外銷白米為3,061,000噸，主要為長粒型米)。而同年，日本年稻穀產量為12,500,000噸；韓國7,600,000噸；臺灣2,300,000噸，合計共22,400,000噸，約佔該年世界稻穀產量之4.3%；約佔亞洲稻穀年產量之4.7%；約為美國稻穀產量(7,004,000 噸) 之3倍。故持平言之，若三國同進退，按比例開放市場，若目前之美國米也都符合各國良質米之要件(事實上並不符合)，則三國所受之衝擊應不如想像中那樣大。因之，若三國能同進退，按比例開放市場，則三國所受之衝擊應勉可接受。就中，日本之主食稻米屬短粒型，且日本之米食消費習性又較專一，良質米之產銷制度完備。眼前美國（加州）應無可競爭品種，而美國幅員廣大，品種與環境交感顯著(加州品種並不適其他地區栽培)，故即便日本開放米市場，短期之內，衝擊應不大；長程來看，則變數仍多，不能預知。而臺灣之食米消費群，並不甚在意粒型，且國內良質米產銷尚存有若干重大問題，而美國米外觀佳、品質穩定，食味也佳，接受性無問題(個人意見)，故若因其他因素(如GATT等)而單獨開放稻米市場，則對本省稻米產業之影響，短期來看，會有相當之衝擊，長程而言，滯留美國之亞裔(尤指中、韓、日裔)稻育種家不在少數，加上國內商人只知追逐暴利，利字當頭下會有如何之結果，令人無法想像。

童稚時期，父老告曰：葫蘆墩米、阿猴米、西螺米；一頭栽進米質研究之領域後，又知

道有所謂的關山米、池上米或吉安米等；目前，則有所謂良質米適栽區及適栽品種之規劃，顯見大家一致認同環境與良質米之生產存有極密切關係。而本島地形南北狹長形似紡錘，且中央山脈縱貫南北。因之，稻米產區雖遍佈全島：山之巔、海之濱地無遠弗屆。顯然，各地農業環境殊有不同。也顯見良質米適栽區規劃之重要性。而目前稻作栽培面積一、二期合計約計四十萬餘公頃；全省規劃完成之良質米適栽區則共計一十五萬五千多公頃，即良質米適栽區之面積約佔全省栽培面積之三分之一左右，而被規劃之適栽區則幾已包括全省各區改良場之廣大轄區。想當然，此種囊括全省之規劃自有其各方面之考量，但在區域氣候條件殊有差異的環境下，全力擴大生產良質米，而品質又無法保證（無有效行政處理），難保袋裝良質米滿天飛，品質只有「天公」知道的情況出現，而國內如果因其他因素(如加入GATT等)而開放國內食米市場時，則國產稻米之市場當必很難想像，雖然我們也有好的品種。著者一直思量，建立省產稻米品牌；珍惜品牌；愛惜羽毛之觀念在國內環境下似並不容易。目前，米商在做廣告方面似一擲千金，但在珍惜品牌、愛惜羽毛方面，似仍有商榷之餘地。另方面，國內良質米之產銷自民國70年代後積極推動以來，已超過十年。前後被以良質米品種（有潛能生產良質米）命名推廣的也有好幾個。雖有關單位投下不少心力及物力，但預期績效之達成情況並不能令人十分滿意。此似表示：在行政層面及技術層面方面，尙待繼續努力之空間仍然很大。

由美國之經驗中，我們知道：美國於1955年，因育種選拔之需要而在德州之Beaumont成立 the Regional Quality Laboratory，以協助美國農部與阿肯色、密西西比、路易西安那、加州及德州等州農業試驗場監控水稻選系之品質訴求。成立以來，一則傳統長粒型之米質可由生米粒理化特性之評估而判定之；二則該室之成立即是因應需要，故很能發揮該室設立之角色功能。如今，該室是國際最有名之米質研究室之一；再加上Beaumont場在水稻育種方面之著有實績，整年參觀研習者絡繹不絕於途，（就個人所知，現臺中場場長謝順景博士；桃園場林祕書文龍；花蓮場劉瑋婷小姐均曾在那留過足跡）。多年來已充分達成設立該室之目標。唯，近年來由於中及短粒米暨多用途米之受重視，該室發現對中及短粒米之烹調及食用品質言，已無法由該室陸續研發出之各項生米粒之理化特性之檢定來判別之。最常遇到之問題就是：爲何直鏈澱粉含量相似的稻品種之食用及加工品質是如此的不同(Webb，1975)。雖然，IRRI之Cagampang et al.於1973年發展出判定同直鏈澱粉含量而米飯品質不同之測定方法，按即膠體性質之測定，但此法僅對高直鏈澱粉含量之品種具判別效果，對低直鏈澱粉含量品種則無判定米飯品質良莠之功。就個人之井蛙小知，目前似尙無一客觀且數據化的理化特性分析，可用以判定低直鏈澱粉品種之食用品質特性。東鄰之日本雖有Texturometer 之引用，但最可行的卻是實地的食味品嚐，而影響試食品嚐成果因素中，最不易控制的變因卻是人，亦即品嚐人員之代表性最是關鍵因子。國內自民國71年日本專家幅末登博士來華指導後，已建立一套食用品質品嚐評分表。唯目前食用品質之評定僅由臺中場若干同仁之判定而決定之，此種品嚐成果在階層代表性方面似乎略有不足處，亦即，在此所要强調的，不是臺中場工作群之客觀性或公正性，而是在階層代表性方面似乎尙可加强。

面對現在，展望將來，首先强調：提高稻米品質之方法，除了重要影響因素之控制與改良外，尙需周延之行政措施來配合（鄧，1988）。行政方面：在農業人員對國家政策擬定影響力有限的情況下，較完備的良質米產銷督導策略之訂定就顯得相當地重要；另，技術方面：

種原之評估與利用、育種策略之研擬及有效科技之引用應是稻作同仁應掌握之主要工作；米商方面：品牌商譽之珍惜、消費者權益之尊重；農民方面：稻穀量與價觀念之建立、稻米質與量觀念之認；消費者方面：不讓自已權益睡著、以實際拒購抵制無商譽廠商等是值得大家一齊來深思的。

參考文獻

1.王壽增. 1975.稻米澱粉含量遺傳之研究. 農林學報(國立中興大學) 24:41-50.
2.宋 勳. 1991. 臺灣稻米品質之研究. 臺中區農業改良場專刊第號 彰化 臺灣。
3.黃正華. 1985. 臺灣地區稻米之生產改進. 科學農業 33:295-328。
4.唐如金. 1993. 水稻穀粒比重之遺傳研究. 國立中興大學碩士論文.
5.郭益全. 1976. 環境對米粒蛋白質含量之影饗. 國立中興大學農藝彙報 1:1-4.
6.郭益全. 1977a. 米粒蛋白質之理化特性. 國立中興大學農藝彙報 2:6-14.
7.郭益全. 1977b. 水稻蛋白質含量及其他性狀之遺傳研究. 國立中興大學碩士論文.
8.郭益全 謝順景 宋素英. 1978a. 高蛋白水稻之育種研究 I. 稉稻早晚熟品系間雜交後代米粒蛋白質含量及其他性狀之變異. 中華農業研究 27:159-168.
9.郭益全 謝順景 宋素英. 1978b. 高蛋白水稻之育種研究II. 稉稻早晚熟品系間雜交後代米粒蛋白質含量、抽穗期及其他性狀之遺傳. 中華農業研究 27:199-212.
10.郭益全. 1978. 高蛋白水稻之生理特性與蛋白質含量之遺傳. 科學農業 26:223-226.
11.郭益全 張德梅 謝順景. 1978c. 高蛋白水稻之育種研究 III. 水稻蛋白質產量路徑係數分析. 中華民國農學團體六十七年聯合年會特刊 pp 94-104.
12.郭益全 謝順景. 1982a. 稻穀性狀之遺傳研究. 中華農業研究 31:177-186.
13.郭益全. 1982. 析出法分析水稻穀粒長之遺傳研究. 中華農業研究 31:265-274.
14.郭益全 謝順景. 1982b. 利用析出法之稻穀粒型的遺傳分析. 中華民國農學團體七十一年聯合年會特刊 pp 75-83.
15.郭益全 謝順景. 1983. 米粒膠體硬度及顆粒澱粉含量之遺傳. 中華農業研究 32:14-32.
16.郭益全 劉清 張德梅 謝順景. 1985a. 秈稻烹調與食用品質及穀粒性狀之遺傳. 中華農業研究 34:243-257.
17.郭益全 劉清 王強生. 1985b. 米粒蛋白質與顆粒澱粉含量之變異. 中華農業研究 34:422-427.
18.郭益全 劉清. 1986a. 米粒白堊質之遺傳. 中華農業研究 35:129-138.
19.郭益全 劉清. 1986b. 大粒水稻之遺傳研究II.穀粒性狀之遺傳. 中華農業研究 35:401-412.
20.郭益全 劉清. 1987. 米飯物理特性之遺傳. 中華農業研究 36:1-14.
21.郭益全 劉清 宋勳. 1987. 米飯物理特性與官能品嚐之關係. 中華農業研究 36:239-246.
22.郭益全 宋勳. 1992. 稻米品質改良現況與展望. pp 23-68. 作物生產改進研討會專集 國立中興大學 臺中 臺灣 中華民國.
23.郭益全. 1994. 美國稻米產銷及品質改良現況簡介. 科學農業 42(1,2):1-12.
24.陳紹鉉. 1979. 水稻米粒澱粉含量及膠化溫度之遺傳研究. 國立中興大學碩士論文.
25.鄧耀宗 1988 臺灣地區稻米品質改進現況與展望. 稻米品質研討會 臺中區農業改良場專刊

第13號 彰化 臺灣。
26.堀末登 1983 稻米之米質改良、檢定及運銷（上）. 謝順景筆錄 臺灣農業 19:24-40
27.Beachell, H. M., and J. W. Stansel. 1963. Selecting rice for specific cooking characteristics in a breeding program. Int. Rice Comm. Newsl. Spec. Is.:25-40.
28.Cagampang, G. B., C. N. Perez, and B. O. Juliano. 1973. A gel consistency for eating quality of rice. J. Sci. Fd. Agric. 24:1589-1594.
29.Chang, T. T., and C. C. Li. 1980. Genetics and breeding. pp87-146. In: Rice: Production and Utilization. B.S. Luh ed. AVI Publishing Co. Inc., CT.
30.Chang, T. T., and C. C. Li. 1991. Genetics and breeding. pp23-101. In:Rice: Production. B.S. Luh ed. Vol. I. AVI Publishing Co. Inc., CT.
31.Childs, N. W. 1989. U. S. rice distribution patterns. USDA. ERS. statistical bulltein No. 776. USDA, Washington, D. C.
32.Efferson, J. N. 1985. Rice quality in world markets. pp 1-13. In: Rice Grain Quality and Marketing. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.
33.Hsieh, S. C., and Y. C. Kuo.1979. Breeding for High Protein Content in Rice. IV. Genetical studies on protein cintent and other agronomic characters in thr cross between Indica and Japonica rices. Proc. Natl. Sci. Coun. 3: 397-403.
34.Hsieh, S. C., and Y. C. Kuo. 1982. Evaluation and genetic studies on grain quality characters in rice. pp 99-112. In: Proc. Symp. on Plant Breed. S. C. Hsieh, and D. J. Liu ed. Assoc. China and Regional Soc. of SABRAO. Taipei, ROC.
35.IRRI. 1991. World Rice Statistics 1990. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.
36.Jenning, P. R., W. R. Coffnan, and H. E. Kauffnan. 1979. Grain quality. pp 101-120. In: Rice Improvement. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.
37.Kumar, I., and G. S. Khush. 1987. Genetic analysis of different amylose levels in rice. Crop Sci. 27:1167-1172.
38.Kuo, Y. C. 1992. Genetic analyses of eating and processing quality paremeters in rice(*Oryza sativa* L.). Ph. D. diss. Texas A&M Univ., Tx., 163pp.
39.Nagai, I. 1958. Japonica Rice: Its Breeding and Culture. Yokendo, Tokyo.
40.Nakata, S., and B. R. Jackson. 1973. Inheritance of some physical grain quality characteristics in a cross between a Thai and Taiwanese rice. Thai J. Agric. Sci. 6:223-235.
41.Stansel, J. W. 1966. The influence of heredity and environment on endosperm chatacteristics of rice (*Oryza sativa* L). Diss Abst. B27:48.
42.Webb, B. D. 1975. Cooking, processing and milling qualities of rice. pp 97-106. In: Six Decades of Rice Research in Texas. Texas Agric. Exp. Stn. College Station, TX.
43.Webb, B. D. 1992. Quality trend in American rice. (unpublished).
44.Webb, B. D., C. N. Bollich, T. H. Johston, and W. O. McIlrath. 1979. Compoments of rice quality: their identification, methodlogy, and stage of application in United States breeding programs. pp 191-205. In: Proc. Workshop on Chemical Aspects of Rice Gr \ain Quality. Int.

Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines. 45.Webb, B. D., C. N. Bollich, H. L. Carnahan, K. A. K. Moldenhauer, and K. S. Mckenzie. 1985. Utilization characteristics and qualties of United States rice. pp25-35. In: Rice Grain Quality and Marketing. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.

Genetics and Breeding of Rice Grain Quality in Taiwan

Yih-Chuan Kuo

Department of Agronomy, Taiwan Agricultural Research Institute,
Taichung, Taiwan, ROC.

ABSTRACT

Incessantly increasing the grain quality of rice produced in the Taiwan areas is one of the most important strategies of rice policy in relation to production and sale. Through the guidance and planning made from the government and the cooperation and end eavor devoted from rice research units, the grain quality of the newly bred cultivars were increased in the past decade, however, the large room for improving rice grain quality is still being had. The article presents the works for the genetic studies of rice grain quality we have conducted, criticizes the grain quality of rice cultivars we have bred, and therefore, offers some recommendations I have had for pondering to meet the needs of the demands of incessantly increasing the grain quality of rice.

稻米品質的影響因素與分級

宋　勳　劉瑋婷
台灣省花蓮區業改良場

摘　　要

稻米品質之主要構成因素爲(1)碾米品質(milling quality)，(2)白米外觀(grain appearance，(3)烹調及食用性質 (cooking andeating quality)。碾米品質包括糙米率、白米率及完整米率(head rice)，白米外觀主要是由米粒之粒形、透明度、心腹白等組成。烹調及食用性質，爲一極複雜之綜合性質，其主要因素有糊化溫度(gelatinization temperature)、直鏈澱粉(amylose)、蛋白質(protein)及膠體性質(gel consistence)等。

稻米依米粒之外形分爲四類；即超長型(extra long)、長型(long)、中型(medium)及短型(short)。臺灣主要粳稻推廣品種皆屬於短粒粗圓形，具有較高碾米率，其糙米、白米及完整米率通常分別爲 81%～83%、70%～75%及65%～72%，其中以台粳8號之碾米率最高。粳米透明度大部份是屬於 2或 4，同時其心白或腹白介於 0到 2級，臺南9號及新竹56號之白米外觀最漂亮。秈稻粒形比粳稻更具有變化，如臺中秈2號爲短粒粗圓形，而臺中秈 3號則爲中長粒細長形，秈稻由於米粒之形狀或白堊質的關係，通常其碾米率較差，秈米品種間之透明度由等級1到等級 5皆有，而心腹白之等級介於 0到 4級之間，其中以嘉農秈6號及臺南秈15號米粒外觀最漂亮，而以臺中秈 2號及高雄秈 7號外觀最差。

稻米依精白米之直鏈性澱粉含量區分爲四類；即糯性(0～2%)、低直鏈澱粉(10～20%)、中直鏈澱粉 (20～25%)、及高直鏈澱粉(25%以上)。台灣秈稻品種間之理化性質遠比粳稻複雜，除了糯稻之外，其品種間直鏈性澱粉含量之變異由10%到30%，而粳稻之變異僅15%到21%；秈稻品種間之膠體展延性質包括了軟性、中間性及硬性，而粳稻皆屬於軟膠體性質；秈稻品種間之糊化溫度由低到高糊化溫度皆有，而粳稻品種僅屬於低糊化溫度；秈稻平均之蛋白質含量高於稻約2%。目前主要命名推廣之秈稻品種中，如臺中秈 3號、臺中秈 10號、臺農秈20號及臺秈1號品種之理化性質與粳稻相似，皆最屬於低直鏈性澱粉含量、軟膠體及低糊化溫度，其他秈稻品種爲適合米食加工之高直鏈性澱粉含量品種。

稻米之理化性質除了直接決定品種是適合做爲米飯或加工材料外，並影響米飯口感質地 (texture)。影響米飯質地之因素爲粘性、彈性、糊化溫度、澱粉顆粒之崩壞度 (break down)、加熱吸水率及膨脹體積。一般粳稻米飯的口感優於秈稻，而秈稻品種間食味之良劣，易以理化特性加以區分，但粳稻品種間食味之差異 ，很難從理化分析之數值去分等級。經研究已擬出一套米飯入口品質測定法，及開發應用米飯質地分析儀測定米飯之物理性 ，如硬性、黏性、附著性

及凝集性等，來補助理化分析之不足。目前國內育成推廣之品種食味最佳者，粳稻爲台粳9號，秈稻爲台中秈10號。

上述稻米品質之三個構成要素，爲品種本身之遺傳性狀(genotype)，故應用稻米品質分析方法，能精確的選育出高品質之水稻新品種。但這些品種本身之品質特性，在生產階段，亦會受到產地、氣象條件、栽培法、乾燥、調製、貯藏及精米加工等因素之影響，故一個良質之水稻品種在適栽區栽培生產到精白加工的整個過程，必須經檢驗合格者，才能稱之爲良質米。目前經濟部中央標準局已於84年6月26日修訂稻穀(分二等)、糙米(分三等)及白米 (分三等)的新國家標準，其CNS總號分別爲2423、2424及2425，上述生產之稻米依CNS標準檢驗，合乎一等稻穀、一及二等糙米、與一及二等白米之標準者，才能稱之爲良質米。

一、前　言

水稻(rice) 爲世界主要糧食作物之一，半數以上之世界人口以稻米爲主食。水稻有兩個栽培屬，即亞洲地域之 *Oryza sayiva* L.，及西非地域之 *Oryza glaberrima* Steaud (僅在西非洲少部份地域栽種)，由於長久之栽培歷史，其適應性强，在地上生長之範圍很廣，北緯53到南緯40 ，除了南極洲之外，分佈於各大洲，一百多個國家，其中尙包括有浮稻(flooding rice)，陸稻(upland rice)，從水平面到海拔3000公尺之高山皆可種植。

稻米爲我國國民主要之糧食，水稻亦爲台灣地區栽培面積最廣之食用作物。台灣因位居亞熱帶，氣候適宜，一年可以生產兩期作，而且同時生產粳稻、秈稻、粳糯及秈糯等多種用途之稻穀，爲世界上罕見的產米國家(1)。民國八十三年稻作面積爲366,340公頃，其中粳稻面積佔87.2 %，秈稻佔 7.2%，粳糯稻佔 3.3%，及秈糯稻佔 2.4%，民國八十三年糙米總產量約167.9萬公噸(1)。台灣的稻作早期是以地方種之在來稻(秈稻) 爲主，但自從日本佔領台灣以後，開始推廣粳稻，並且漸漸取代原先栽培之秈稻，使台灣的消費者從廿世紀初期開始漸漸改變他們米飯食性，由慣用乾而不黏之秈米飯，轉變爲喜好食用較軟而且黏性之粳米飯，或近年來育成之同性質的長秈米飯。

由於台灣光復以來，優良水稻品種的育成及栽培技術的改進，使目前稻作生產自給自足且有餘，而國民生活水準逐漸提升，消費型態也隨之改變，國內食米的消費年趨下降，已由民國62年之每年 134公斤降至民國82年之60.7公斤，20年間減少54.7%的消費量(1) (表1) 。而且庫存的稻米暴增，所造成倉容不足的問題亦待解決，政府爲徹底解決稻米生產過剩，自民國七十三年開始，一方面推行稻田轉作六年計畫，另一方面在稻作生產方面，由過去重視產量，轉爲提高稻米品質的生產；在試驗研究工作上重視良質水稻品種的育種，研究生產良質米之栽培技術，規劃本省適合良質米生產地區，並在農委會、農林廳及糧食局共同配合下，轉導農會及民營食米商向農民契作生產良質米，並以小包裝白米銷售，目前已爲消費大眾所接受。政府爲發展精緻農業，所推動之良質米輔導產銷計畫如能繼續拓展，並落實執行稻米分等收購及銷售制度，使消費者吃到好米，同時農民也能本著重視品質的理念，生產良質米，將增加收益。在重視良質米生產的前提下，對稻米品質影響因素的探討及分級的釐訂，則成爲極重要的課題。

表1. 台灣地區民國六十二年至民國八十二年間稻米消費情形之比較
Table 1. The comparison of rice consumption in 1973 and 1993 in Taiwan area

Consumption	Year		Comparison	
	1973	1993		%
kg/person/year	134.0 kg	60.7 kg	(-)73.3 kg	(-)54.7
cal/person/day	1322 cal	599 cal	(-)723 cal	(-)54.7

二、稻米品質之主要構成因素

稻米爲五穀之首，米粒雖小，成份也單純，但卻有深奧的內涵，水分含量爲14%的精白米，其澱粉(starch) 佔75－80%，蛋白質(protein) 則在7%左右，兩者約佔精白米粒乾燥成分的98.5%(27)，而其加工食品則多樣化，例如做年糕、麻糬要用糯米，碗粿、粄條、蘿蔔糕要用在來米，米果(仙貝) 要用蓬萊米；故要由稻米深奧之理化特性來決定米品質之好壞，是對於從事稻米研究、推廣及生產人員具有相當大的挑戰性。

稻米品質之主要構成因素爲(1) 碾米品質(milling quality)，(2) 白米外觀(grain appearance)，(3) 烹調及食用品質(cooking and eating quality)，(4) 米飯入口(食味) 品質(panel taste test) 。碾米品質包括糙米率(brown rice %) 、白米率(total milled rice %) 及完整米率(head rice %) 。白米外觀主要是由米粒之粒形(size and shape)，透明度(translucency) ，心、腹、背白(white center， white belly，and white back) 等組成。烹調及食用性質，爲一極複雜之綜合性質，其主要因素有糊化溫度(gelatinization tem perature)、 直鏈澱粉含量(amylose content)、蛋白質含量(protein content) 及膠體性質(gel consistence) 等。米飯入口品質的特性則包括光澤(gloss) ，色澤(color) ，黏性(cohesion) ，彈性(tenderness) ，口味(flavor) 等。

(一)碾米品質

所謂碾米是將稻穀(rough rice) 之穀殼(rice hull) 脫除，即獲得糙米；而將糙米之外層，即所謂糠層，它包括果皮、種皮、珠心、糊粉層及胚芽，將其磨除，即獲得白米；然後再將斷裂四分之三以上之碎白米粒篩選去除，即得到完整白米。由碾米的過程可求得糙米、白米及完整米百分率，其範圍各在80%±2%，70±2%及70%以下。通常碾米實驗室採用的標準測試機器採用Satake testing husker 脫殼機， McGill miller No . 3去糠機及 Seedburo rice sizing machine 篩選機。碾米的回收率直接影響碾米加工廠商的利潤，故加工廠商收購的稻穀必會選購碾米率高的水稻品種，尤其是完整米率。影響碾米品質的因素很多，除了外在環境及耕種技術影響[27,33,34]，主要取決於先天品種的特性[8] 。

台中農業改良場將歷年來命名推廣粳稻台中65號等32個品種，及秈稻台中在來 1號18個品種進行碾米品質的調查。[7] (表 2) ， 粳稻品種糙米率方面，除早期育成的台南 3號(79.2%) 及台北309號(79.6%) ，其他品種的糙米率均超過80%，1980年代命名之品種比1960年代品種平均高出1.7%，尤其近年來命名的新品種，其糙米率經改良後有顯著的提高，皆超過82%。秈稻糙米率平均較粳稻品種少 2.6%(表 2 、 3) 主要是粒形的關係[8] ，因爲

表2. 台灣主要粳稻栽培品種之碾米品質

Table 2. Milling quality of japonica varieties in Taiwan

Year of registration	Variety	Brown rice (%)	Total milled rice (%)	Head rice (%)
1930	Taichung 65	81.5	70.4	66.7
1943	Chianan 8	81.9	70.9	66.9
1953	Hsinchu 56	81.9	73.6	71.8
1956	Chianung 242	82.3	71.1	66.7
1957	Taichung 178	82.3	72.1	66.4
1957	Tainan 1	80.6	72.1	68.4
1958	Tainan 3	79.2	69.4	64.6
1958	Kaohsiung 64	82.2	72.3	67.9
1958	Taipei 306	81.4	70.9	66.5
	Mean	81.3	71.3	67.2
1961	Taichung 180	80.2	70.5	63.6
1965	Taichung 184	82.3	71.7	65.5
1965	Taichung 186	80.0	70.2	64.9
1965	Tainan 5	82.8	74.1	65.7
1965	Taipei 309	79.6	69.7	66.0
1966	Kaohsiung 137	80.1	69.9	64.7
1968	Taipei 311	81.9	71.7	65.4
1970	Kaohsiung 138	80.7	69.6	61.1
	Mean	810	70.9	64.6
1972	Tainan 61	82.0	71.6	64.9
1972	Taitung 27	83.4	73.5	67.9
1975	Taitung 62	81.4	72.0	58.9
1975	Taichung 187	82.8	73.1	69.7
1975	Taichung 188	82.7	72.6	59.9
1975	Tainan 6	82.8	71.9	67.0
1975	Kaohsiung 139	82.6	72.8	63.0
1976	Kaohsiung 140	82.2	71.6	62.2
1978	Tainung 67	81.0	72.2	67.2
1979	Taitung 29	83.8	73.7	60.4
1980	Kaohsiung 141	80.8	69.6	64.4
	Mean	82.3	72.3	64.1
1981	Hsinchu 61	83.2	72.1	64.9
1982	Taitung 68	81.5	73.7	69.8
1982	Taichung 189	82.9	74.1	68.8
1982	Tainan 7	83.1	75.0	69.4
1985	Tainung 70	81.6	73.0	65.4
1985	Tainan 6	82.4	72.7	66.3
1986	Taichung 190	82.1	71.4	65.3
1987	Tainung 72	82.0	74.7	71.3
1987	Kaohsiung 142	84.0	75.6	68.5
1988	Taikeng 1	83.1	74.4	67.2
1999	Taikeng 2	83.6	74.0	68.9
1990	Taikeng 3	83.2	73.4	68.0
1990	Taikeng 4	82.0	71.6	65.7
1990	Taikeng 5	83.4	74.0	68.1
	Mean	82.7	73.6	67.8

表3. 台灣主要秈稻培品種之碾米品質

Table 3. Milling quality of indica varieties in Taiwan

Year of registration	Variety	Brown rice (%)	Total milled rice (%)	Head rice (%)
1967	Taichung sen 2	77.8	66.5	52.8
1969	Kaohsiung sen 2	79.6	68.8	58.1
	Mean	78.7	68.2	53.8
1974	Chianung sen 6	80.2	72.1	64.0
1974	Chianung sen sel.8	79.2	71.3	66.2
1974	Chianung sen 11	80.1	70.8	63.5
1976	Taichung sen 3	78.4	70.6	54.0
1977	Taichung sen 5	79.0	70.7	59.1
1978	Kaohsiung sen 7	78.9	70.6	58.3
1979	Taichung sen 10	79.0	70.3	57.5
1980	Tainan sen 15	81.5	71.4	59.6
	Mean	79.5	71.0	60.2
1981	Taichung sen 16	79.0	69.9	64.9
1982	Taichung sen 14	79.0	68.2	51.9
1984	Taichung sen 18	79.0	71.3	68.7
1984	Taichung sen 17	79.0	70.3	53.0
1984	Taichung sen 19	79.0	67.6	61.3
1986	Taichung sen 20	79.0	67.9	64.6
1988	Taisen sen 1	79.5	69.6	61.8
	Mean	79.3	69.3	60.9

粳稻皆爲短粒粗圓形，較抗碾磨、米粒不易斷裂，而 18 個秈稻品種則粒形變化較多，例如台中秈 2號爲短粒形，而台中秈10 號爲中長粒形，通常中長粒、細長形之品種碾米獲得率(milling ricover) 較低[8]，因此在以中長粒形佔多數的秈稻品種則表現較粳稻爲差的碾米率，基於此項特性，要提高秈稻糙米率，主要應從粒形改著手，選拔粒長爲中等或較短，或粒形爲中間型的品種。

本省粳稻品種在白米率上的改良亦有顯著的進步，從1970年代平均值爲71.3％到1990年代的73.6％，增加2.3％，而秈稻品種間則因粒形粒長的不同較難比較其間的變化。而完整米粒率的變異性則大於糙米率及白米率，由表 2 、表 3 獲知，粳稻品種的碾米加工收益，遠比秈稻好。尤其十年來的新育成品種，除台梗 4 號及台梗 1 號之外，完整米率均超過68％，顯示稻作育種工作已漸注重碾米品質的表現。

水稻的碾米品質最主要取決於品種本身的特性，如粒形、糠層之厚薄、胚芽的大小及白米外觀等，此外亦受外在環境因素及耕種技術的影響，諸如成熟期的日夜溫差、施肥法、收穫適期、收穫方法、稻穀乾燥方法、稻穀水分含量、貯存方式及加工之機械設備等[6,

22,27,30,39,40)。不論品種特性，耕種技術或栽培環境等因素，水稻試驗研究及推廣人員，或碾米加工業者，均希望育成之良質品種或收購稻穀能具有較高之碾米率，尤其是完整米率。

(二)白米外觀

構成米粒外觀之主要因素有米粒長度、形狀、透明度、腹白、心白、背白及胚眼缺刻度(condition of the eye)。米粒大小依糙米之長度分爲四個等級，分別爲超長粒(VL，very long，≧7.5mm)，長粒米(L，long，6.61～7.50mm)，中粒米(M，medium，5.51～6.609mm)，短粒米(S，short，<5.51mm)。形狀則依糙米長寬比率分爲三級，即細長形(S，slender，長／寬≧3)，中形(I，intermediate，2.01≦長／寬≦2.99)，粗圓形(B，bold，長／寬≦2)。而白米透明度、腹白、心白及背白等四種性狀依照透明程度或白堊(chalkiness)在米粒加深或擴大的程度各分爲六級，由0至5，均以0爲最好，5爲最差。白米透明度，六級中，0爲接透明玻璃的程度，現階段本省育成及推廣的水稻品種中尚無此種特性，而5表示米粒如毛玻璃的程度。心、腹、背白則以白米粒無出現白堊質爲0，白堊質佔滿整個米粒50%爲5。胚芽後缺刻的程度分爲五級，由1至5，以保有芽眼原來形狀爲最好，訂爲1，而5爲最差。(表4)

根據調查結果[7](表5)，本省梗稻品種皆屬於粗圓形之短粒米，其透明度介於2－4

表4. 白米外觀之性狀及其分級
Table 4. Various traits affecting grain appearance and their classification

Grain appoarance	Symbol or class	
length (mm) *	very long, VL	≧ 7.50
	long, L	6.61～7.50
	medium, M	5.51～6.609
	short, S	≦ 5.51
shape length/white	slendar, S	≧ 3.0
	intermidiate, I	2.1～2.99
	bold, B	≦ 2.0
traslucency	0、1、2、3、4、5	
white belly	0、1、2、3、4、5	
white center	0、1、2、3、4、5	
white back	0、1、2、3、4、5	
condtion of eye	1、2、3、4、5	

*, brown rice

表5. 台灣主要稉稻栽培品種之白米外觀品質

Table 5. Grain appearance of japonica varieties in Taiwan

Year of registration	Variety	Size	Shape	Trans-lucency	White center	White belly
1930	Taichung 65	S	B	3	0	1
1943	Chianan 8	S	B	2	0	1
1953	Hsinchu 56	S	B	2	0	0
1956	Chianung 242	S	B	3	0	0
1957	Taichung 178	S	B	2	0	1
1957	Tainan 1	S	B	2	0	1
1958	Tainan 3	S	B	3	0	2
1958	Kaohsiung 64	S	B	2	0	1
1958	Taipei 306	S	B	3	0	1
	Mean			2.5	0	0.9
1961	Taichung 180	S	B	3	2	0
1965	Taichung 184	S	B	3	0	1
1965	Taichung 186	S	B	3	1	1
1965	Tainan 5	S	B	3	1	0
1965	Taipei 309	S	B	3	1	1
1966	Kaohsiung 137	S	B	3	0	1
1968	Taipei 311	S	B	3	1	0
1970	Kaohsiung 138	S	B	3	0	2
	Mean			3	0.8	0.8
1972	Tainan 61	S	B	3	0	2
1972	Taitung 27	S	B	3	1	0
1975	Taitung 62	S	B	4	0	2
1975	Taichung 187	S	B	3	1	0
1975	Taichung 188	S	B	3	1	2
1975	Tainan 6	S	B	3	0	1
1975	Kaohsiung 139	S	B	3	1	1
1976	Kaohsiung 140	S	B	3	0	2
1978	Tainung 67	S	B	3	1	1
1979	Taitung 29	S	B	3	0	1
1980	Kaohsiung 141	S	B	3	1	0
	Mean			3.1	0.6	1.3
1981	Hsinchu 61	S	B	3	0	1
1982	Taitung 68	S	B	3	0	1
1982	Taichung 189	S	B	3	0	1
1982	Tainan 7	S	B	2	1	0
1985	Tainung 70	S	B	4	0	0
1985	Tainan 6	S	B	2	0	0
1986	Taichung 190	S	B	3	0	2
1987	Tainung 72	S	B	3	2	0
1987	Kaohsiung 142	S	B	3	1	0
1988	Taikeng 1	S	B	3	0	0
1999	Taikeng 2	S	B	3	1	0
1990	Taikeng 3	S	B	3	1	0
1990	Taikeng 4	S	B	3	0	2
1990	Taikeng 5	S	B	3	0	1
	Mean			2.8	0.4	0.6

之間，其中僅有台農62號及台農70號屬於 4 ，而早期育出的品種，則有嘉南 8 號、新竹56號、台中 178號、台南 1 號及高雄64號的透明度屬 2 ，另外，1980年代新育成品種中，亦有台南 7 號及台南 9 號，具有此種美麗的外觀。以良質米的外觀品質而言，心腹白級數的總和，其值不可大於 1 ，而綜觀國內育成及推廣品種，在重視產量的1960及1970年代，梗稻心腹白平均值高達1.6及1.9；1981年以後，稻米必須重視品質的觀念漸漸提倡，稻作育種工作加强品質的改良，導致品種間的心腹白顯著改善。

而在本省推廣秈稻品種方面[(7)](表 6)，其粒形長度及形狀的變化範圍遠多於梗稻品種，米粒的大小由短粒型(例如台中秈 2 號、高雄秈 2 號)，中粒型(例如台中在來一號)，至長粒型(例如台中秈10號等)，米粒形狀亦由細長型(台農秈14號等)，中間型(台中秈10號等)及粗圓型(台中秈 2 號)，因此經此組合，則粒形的變化多端。近二十年來命名的秈稻品種粒形大小以中長粒型米，形狀以中間及細長型爲主。這顯示近年來秈稻育種採用很多國外引進之種原進行品種改良，已偏向長秈稻育種。而秈稻品種間的透明度則由 1 (嘉南秈 6 號)到 5 (台中秈 2 號) 之等級均有分佈，其中近 15年來命名 27個長秈稻品種透明度均爲 3 。而心腹白之外觀由於長秈稻血統之引入，自1974年以來命名之品種，亦有顯著的降低，其中除了高雄秈 7 號及台中秈17號心腹白屬於 4 ，及台農秈14號屬於 3 外，其餘品種均外觀優良。

表6. 台灣主要秈稻栽培品種之白米外觀品質

Table 6. Grain appearance of indica vareties in Taiwan

Year of registration	Variety	Size	Shape	Trans-lucency	White center	White belly
1974	Chianung sen 6	M	S	1	0	0
1974	Chianung sen sel.8	L	S	2	1	0
1974	Chianung sen 11	M	I	3	0	2
1976	Taichung sen 3	L	S	2	1	0
1977	Taichung sen 5	M	I	2	2	0
1978	Kaohsiung sen 7	L	S	5	0	4
1979	Taichung sen 10	L	I	3	1	0
1980	Tainan sen 15	L	S	2	0	0
	Mean			2. 5	0. 6	0. 8
1981	Taichung sen 16	L	I	3	0	0
1982	Taichung sen 14	L	S	3	1	2
1984	Taichung sen 18	L	S	3	1	0
1984	Taichung sen 17	M	I	3	1	3
1984	Taichung sen 19	L	S	3	2	0
1986	Taichung sen 20	M	I	3	1	0
1988	Taisen sen 1	L	I	3	1	0
	Mean			3. 0	1. 0	0. 7

米粒的七種特性(表 4)，除了直接影響米粒外觀外，並影響其他的稻米品質，通常形狀細長或心腹白多之米，在碾米過程容易斷裂(25,38)，除了糯米外，消費市場上亦較不歡迎具有心、腹白及不透明的白米。以稻米爲主食的亞洲地區，除偏好較高黏性米飯的日本、韓國及我國外，絕大部份消費者歡長粒細長形米[24,25]；在國際市場上這種長粒、細長形而且透明的米亦具有較高的價格[26]。

(三)烹調及食用之理化性質

稻米烹調及食用之理化性質極爲複雜[23,24,31]，水份含量14％之精白米，其澱粉含量約78％，即在米粒乾物重中約90％是由澱粉構成[27]。澱粉爲葡萄糖的聚合體，在胚乳中呈多面體的顆粒(polydral granules) 約佔3－8微米(㎜) 大小[37]，其澱粉粒構造係由中心向外呈放射狀之支鏈性澱粉(amylopectin) 及呈螺旋狀(helix) 之直鏈澱粉(amylose) 所構成[20]。蛋白質則主要散佈在糠層及表層，低蛋白質含量的米可減少煮飯時水進入米粒內部的阻礙，而讓米飯較易完全均勻的糊化，入口品質較佳[10]。

影響稻米烹調及食用的理化性質主要因素爲糊化溫度(gelatinization tempterature)、直鏈澱粉含量(amylose content)、膠體性質(gel consisterce) 及蛋白質含量(protein content)，這四種因素決定於品種本身的遺傳特性，除蛋白質含量外，其受環境及栽培技術影響較少[13,30,38]，這些理化性質可以很容易的區分水稻品種，是屬於糯稻，或粘性之梗稻秈稻、或加工用不黏性秈稻，並且直接影響黏性秈梗稻之米飯的入口品質[2,16,18,24,28,29]。

1.糊化溫度

糊化溫度，是澱粉顆粒浸水加熱後，開始吸水膨脹而不能再恢復原來形狀時，所需之臨界溫度。除了糯米，一般水稻品種糊化溫度是從55～79℃，它可劃分爲三級：即低糊化溫度(70℃以下)，中等糊化溫度(70～74℃)，高糊化溫度(74℃以上)(表 7)，此性質是用來估計烹調的性質，例如高糊化溫度之米，煮飯時需較長的煮飯時間及較多之水[23,25,27]，其測定方法有Little et al.[32] 之alkali spreading(圖 1) 及amylogra ph determination等二種。在水稻育種大量選拔材料之分析採用前者，並以米粒糊化之擴散值由 2 到 7 共劃分爲六級(圖 1)，其換算方法爲鹼之擴散程度屬於 2 者爲高糊化溫度，屬於 3 者爲中高糊化溫度，屬於 4 及 5 者爲中間糊化溫度，屬於 6 及 7 者爲低糊化溫度。通常以米爲主食之消費者，喜歡煮飯時間較短的低或中等糊化溫度的米，而做點心或罐類的米，需要具有高糊化溫度之特性，以利較長時間之蒸煮[23,24]。

2.直鏈澱粉含量

直鏈性澱粉含量爲影響稻米烹調和食用性質最主要因素，它與黏膠性澱粉(amylopectin) 組成澱粉，由於直鏈性澱粉與碘液呈藍色反應，可利用光電比色計測定其含量，其主要測定方法有Quantitative amylose determination、starch- iodine blue test [15] 及simplified assay f or milled rice amylose[26] 等。在白米中直鏈性澱粉含量，因品種不同而有很大的差異，除了糯米外，一般品種(nonwaxy rice) 其含量在7~34％之間，在同一品種，因環境的不同可達可 6％之差異，如IR8，其含量變異在26.3～32.5％之間[24]。水稻品種間以直鏈性澱粉含量分類可分爲：糯米(waxy) 其含量在0～2％，低直鏈性澱粉含量爲10～20％，中等直鏈澱粉含量爲20～25％，及高直鏈性澱粉含量爲高於25％[23,24,27](表 7)

表7 影響稻米理化性質主要因素及分級

Table 7. The factors and classification of physico-chemical properties of rice

Character	Classification	
Gelatinization	low	≦70℃
Temperature	medium	74～74℃
	high	≧74℃
Amylose content	waxy	0～0.2%
	low	10～20%
	medium	20～25%
	high	≧25%
Gel consistency	hard	27～35mm
	intermediate	～49mm
	soft	≧50mm
Protein content		5～14%

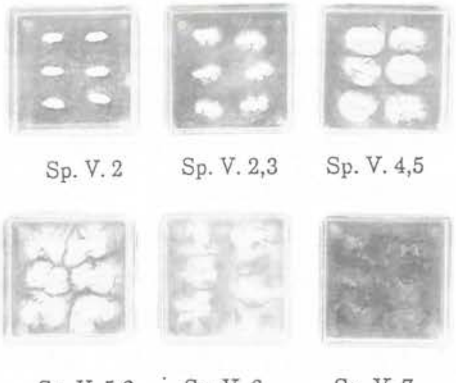


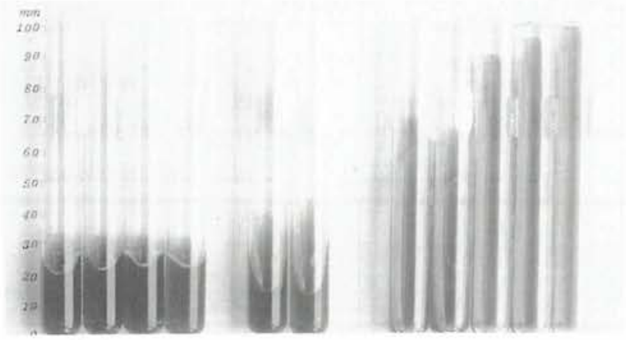
圖1. 鹼性擴散值

Fig. 1. Alkali spreading value

。通常含高量直鏈性澱粉之米比含低量之米，在煮飯時需要較多之水，而且膨脹程度較大同時含高量直鏈性澱粉之米，煮成飯時較粗糙，乾而不具黏性，含低量直鏈性澱粉之米，煮成飯時較粘而濕潤，而中等直鏈性澱粉之米，煮成飯時乾濕度適中，黏度中等而較鬆軟，即使做成的飯冷後亦如此[25]。在亞洲地區，如臺灣、日本及韓國等市場，低直鏈性澱粉含量之黏性米較受歡迎，在西亞、印度及菲律賓地區，大部份消費者喜歡中等直鏈性澱粉含量之米飯，在馬來西亞之消費者則喜好高直鏈性澱粉之不粘性米[24,29,36]，在伊朗等中東地區，則偏好長粒細長形且具有香味之中等直鏈性澱粉含量之米，其米價約爲短粒型之二倍[17]。

3.膠體性質

本項分析是採用Capampang et al.[14] 方法，以0.2N之氫氧化鉀溶液加熱溶解白米粉末後，再冷卻，測定其膠體之軟硬質地，以區別相同直鏈澱粉含量之品種的質地，尤其是直鏈性澱粉含量超過24%以上之品種。本分析方法以膠體的展流程度來決定澱粉三種膠體性質，即硬膠體(hardgel)，其膠體流動長度爲27-35㎜、中間性膠體(medium gel)，其膠體流動長度爲36-49㎜及軟膠體(soft gel)，其膠體長度爲50㎜以上(圖 2)。軟膠體之品種其米飯較鬆軟，消費者較喜歡，相反的做米粉加工之高直鏈澱粉含量品種必須具硬膠體或中性膠體性質。



Hard gel ≦35mm　　Medium gel 36～49 mm　　Soft gel ≧50mm

圖2. 不同類形之膠體性質

Fig. 2. The classification of gel consistency

4.蛋白質含量

蛋白質爲決定稻米營養價值的最主要因素，尤其是氨基酸(amino acid) 中之離氨酸(lysine) 的含量[24]，蛋白質因品種的不同，在含水量12%的白米中的含量由5%至14%，同一品種亦受栽培環境之影響[24]，例如土壤質地、施肥方法等可達到6%之差距，如臺中在來 1號其含量變異在7.2～13.6%之間，蛋白質含量之高低可影響米的色澤，一般高蛋白質之品種，其米粒較硬而透明且呈淺黃褐色，含高蛋白質之米，煮飯時需要較多的水及較長的煮飯時間[23,25,27]。其含量可採用Semi－micro Kjeldahl method測定，或採有近紅外線光譜儀(Near IR)[9]。

高蛋白質的米飯口感差，且米飯蛋白質的來源並非人類攝取的主要來源，因此近年國內無論秈稉稻的育種方向，有走向低蛋白質含量選拔的趨勢。

台灣歷年來稉稻栽培品種之理化性質變異很小[7](表 8)，育成的品種，皆屬低糊化溫度，低直鏈性澱粉含量，軟膠體性質，而蛋白質含量介於5.2～7.6%之間。而秈稻栽培品種的變異則較具有變化(表 9)，品種間糊化溫度從低到高，直鏈性澱粉的變異亦較大，從低含量到高含量皆有分佈，膠體性質從軟性到硬性亦皆有，蛋白質含量較稉稻爲高，而近年來秈稻育種的過程，亦有走向注重口感的低直鏈澱粉，低蛋白質育種的趨勢。稻米理化性質影響烹調及食味，並不單純只是四種因素的含量高低或分佈範圍而已，是很複雜的綜合性質，其直接受支鏈澱粉及直鏈粉組成比例(表10)，澱粉的微細結構及蛋

白質的影響，但也間接受米粒中澱粉酵素(amylase)存在率及脂肪氧化程度的影響。

表 8.　台灣主要粳稻栽培品種之理化性質

Table 8. Physico-chemical properties of japonica rice varieties in Taiwan.

Variety	Gelatinization temperature	Amylose content (%)	Gel consistency	Protein content (%)
Tainung 67	low	18.9	soft	6.4
Tainumg 70	low	17.5	soft	6.6
Taichung 189	low	17.2	soft	6.5
Taikeng 8	low	18.1	soft	6.8
Taikeng 9	low	17.8	soft	6.4
Taikeng 10	low	18.6	soft	7.1

表 9.　台灣主要秈稻栽培品種之理化性質

Table 8. Physico-chemical properties of indica rice varieties in Taiwan.

Variety	Gelatinization temperature	Amylose content (%)	Gel consistency	Protein content (%)
Taichung sen 10	low	17. 8	soft	6. 8
Kaoshiung sen 7	high	28. 0	hard	7. 4
TN 1	low	28. 8	hard	9. 1
Tainung sen 14	medium	29. 1	soft	7. 4
Tainung sen 19	low	28. 4	hard	7. 5
Taisen 1	high	18. 3	soft	7. 0

表 10　稻米支鏈澱粉（amylopectin)鏈長分佈百分比(％)

Table 10. Distribution of amylopectin chain length percentage in rice

Variety	Extra long (a)	long (b)	short (c)	a＋b／c
TN 1	10. 06*	31. 34	58. 51	0. 709
Kaoshiung sen 7	10. 93	29. 16	59. 91	0. 669
Taichung sen 10	N D	36. 15	63. 85	0. 566
Tainung 67	N D	34. 52	65. 48	0. 527
Tainung 70	N D	34. 26	65. 74	0. 521
Taichung 187	N D	34. 95	65. 05	0. 537
Taichung sen waxy 1	N D	35. 68	64. 32	0. 555
Taichung waxy 70	N D	3417	65. 83	0. 519

* n=3, N.D.=not detectable

直鏈澱粉是由α D葡萄糖，以α-1'4鏈結合而成，而多位學者亦證實直鏈性澱粉帶少許α-1'6鏈結的分子，即直鏈澱粉具有短支鏈[21]。直鏈澱粉平均由900－5000個葡萄糖基所組成，其中具有分支結構者，約佔26－50％，每個分子之平均分支數約1－7條，而米支鏈澱粉的平均鏈長因米的品種亦有不同，梗米爲15－18個葡萄糖基，糯米爲17－20個葡萄糖基，秈米則在18－22個葡萄糖基，高直鏈性澱粉之秈米含有少量的100個葡萄糖基以上的超長鏈。而且除此之外，澱粉的構成亦影響其他理化特性，直鏈澱粉含量與糊化溫度及膠體性質有極顯著的負相關[7](表11)，由於有這些複雜的結構及特性，很難由實驗室所得的理化性質數據，去區分米飯使用品質的好壞，仍需借助米飯質地(texture)分析及米飯官能評鑑(panel test)，來評定入飯入口品質(食味)的優良與否。

表11　秈粳稻理化性質之間之相關性*

Table 11. Correlation coefficients between all pairs of physico-chemical properties of japonica and indica rice varieties.

Item	Alkali spreading value	Crude protein	Gel consistency
crude protein	-0.3		
gel consistency	0.70**	-0.19	
amylose	-0.88**	0.55	-0.80**

* n=16.

(四)米飯入口品質

米飯食味檢定方法是利用四人份電子鍋四個，其中一個蒸煮對照用品，其餘三個蒸煮測試樣品，每樣品稱取300公克之完整精白米，以強勁水流沖洗後排水，重複二次即可，因考慮秈、梗及糯稻最適加水量不同，並參考江幡等人(1980)[3]認爲米飯的膨調率(炊飯後米飯重/白米重)在2.35左右爲最適炊飯程度，因而加水量折衷定爲米重之1.5倍(膨調率爲2.35倍)；一般而言，高直鏈性澱粉之秈稻加水量爲米之2.1倍，梗稻及低直鏈澱粉之秈稻爲1.35倍，而糯稻則爲1.2倍，然後放入電子鍋內置1小時讓白米吸水均勻，始按下炊飯開關開始蒸煮，等開關跳起，先觀察米飯外觀及將米飯攪鬆，再燜20分鐘後即可試食。試食時分別就米飯之外觀(appearance)、香味(aroma)、口味(flavor)、黏性(cohesion)、彈性(tendreness)或硬度(hardness)及總評(overall)等項目與對照品種比較評分，評審者認爲好就打正分，認爲差就打負分，其白米試食評分表(taste panel test scale)列如表12。所得的資料經統計分析，其數值上下限均爲正值的，表示食味優於對照，分類爲A群；上限爲正，下限爲負，則表示同對照，屬於B群；若上、下限均爲負值，則表示較對照爲差，屬於C群[7]。(表13)，民國82年以前，對照採用彰化縣生產的台中1 89號，爾後，食味表現頗爲穩定的良質米品種台梗9號育成，則以其替換之。目前國內育成推廣食味表現較佳的水稻品種計有：台梗10號、台梗9號、台梗8號、台梗6號、台梗5號、台梗4號、台梗3號、台

中 189號、台農67號及台農70號及台中秈10號。其中粳稻以台粳 9號，秈稻以台中秈10號爲最佳。

表 12　米飯試食評分表

Table 12. Taste panel test score

Date:		Male/Female:		Age:		Profession:	
	Scale						
Item	+3	+2	+1	0	- 1	- 2	- 3
Appearance (Gloss, color)	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor
Aroma	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor
Flavor	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor
Cohesion	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor
Hardness (Tenderness)	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor
Overall sensory evaluation	excellent	better	good	as check	poor	poorer	very poor

表13 米飯食味分群

Table 13. Palatability group of panel test

Group	C.I*		Note
	upper limit	lower limit	
A	postive	postive	better than ck
B	postive	negative	similar to ck
C	negative	negative	worse than ck

* confidence interval

除了利用官能品評外，亦開發應用米飯質地分析儀來測定米飯的硬度(H, hardness)，粘度(－H, viscousness)，均衡度(－H/H, balance)，凝集性(A2/A1, cohesiveness) ，附著性 (A3, adhesiveness) ，彈力性(a2/a1, springness)，粘結性(H×A2/A1，即硬度×凝集性，gumminess) ，咀嚼性(H×A2/A1× a2/a1硬度×凝集性×彈力性, gumminess)，黏著性(A3×(－H)，即附著性x黏度之平方根， stickness) 及食味結構指數(H×A2/A1× a2/a1 × A3(－H) ，即咀嚼性×黏著性(textural palatability) ，以上由標準結構圖所得各機械介量(mechanical parameter)[3,4,5,35] 則如圖 3 。

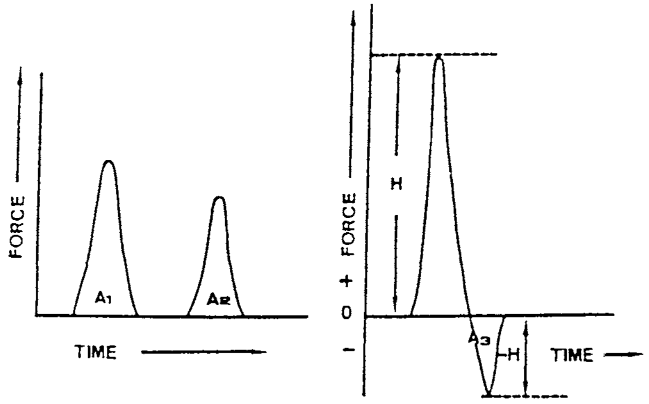


圖3　水稻米質質地分析儀曲線圖解

左圖：測定凝集性(A2/A1)，右圖：測定硬度(H)，粘度(-H)與附著性(A3)

Fig. 3. Schematic drawings of texturometer curves for rice (Okabe, 1979).

Left: measurement of cohesiveness(A2/A1).

Right: measurement of hardness(H), viscousness(-H) and adhesiveness(A3).

六種以官能品評食味的項目中，由表14獲知米飯外觀，除與硬度呈極顯著負相關外，與其他香味、口味、黏性、總評均呈極顯著正相關；而硬性及黏性除香味的表現無關外，與其餘性狀均呈極顯著正相關。此種結果顯示外觀之好壞，可做爲選拔米飯品質的指標，並可看出國人較喜好黏性米，對具有硬性的米飯較無法接受。

表 14　米飯官能品評食味特性間之相關係數

Table 14. Correlation coefficients betweenn all pairs of 5 characters of palatability evaluation by panel test.

Characters	Aroma	Flavor	Cohesion	Tenderness	Overall
Apperance	0. 89**	0. 89**	0. 88**	-0. 83**	0. 85**
Aroma		0. 70**	0. 56	-0. 57	0. 61
Flavor			0. 99**	-0. 97**	0. 97**
Cohesion				-0. 97**	0. 97**
Hardness					-0. 98**

*,**：Significant at 5 and 1% levels of probability, respectively.

其實米飯原來的味道是無味，無臭的，而米飯的入口品質好壞，主要仍是取決於消費者本身的嗜好，不同的國籍、民族及生活習性可能有不同的喜愛，很難確立一客觀的標準，但基本上，美味的米飯應具備下列的條件，(1) 色白，具有光澤，且粒形良好(視覺)，(2)

咀嚼時幾乎無聲(聽覺)，(3) 有飯香味(嗅覺)，(4) 無論如何咀嚼，味道不變，多少有一點油味感，又覺得存在似有似無的甜味，但長久咀嚼亦不變甜(味覺)，(5) 熱的米飯光滑、柔軟、有黏性且具彈力(觸覺)。這些條件雖然抽象，但不失爲稻米生產者努力的目標及理想。

(五)稻米品質性狀間之關係

影響良質米生產因素最大的是品種，其次才是栽培環境，管理技術及調製方法，於是對未來良質米品種的選育，若能尋求與食味有相關性之因素於早期世代進行選拔可收事半功倍之效。

1.食味與碾米品質、白米外觀間之相關性( )

根據洪等(11) 試驗顯示米飯的口味與白米的透明度、腹白、粒長呈負相關，與糙米率、白米率、粒寬、粒厚呈正相關(表15)， 故在早期世代選拔時，可先以白米的外觀，粒形及碾米品質作爲篩選品系的指標，即選拔透明度佳、腹白少、碾米率高，粒形較短、寬、厚的品系，則獲得食味佳的後代機會較大。根據這個試驗的結果，亦反應國人對梗稻米(粒寬、厚、短、碾米率高) 的嗜好性。

表 15 官能食味特性與碾米品質、白米外觀間之相關係數

Table 15. Correlation coefficients between sensory score and milling quality and grain appearance

Character	Gloss	Color	Cohesion	Tenderness	Flavor
Brown rice (%)	0. 76**	0. 11	0. 74**	0. 72**	0. 70**
Milled rice (%)	0. 61**	0. 18	0. 57**	0. 49**	0. 48*
Head rice (%)	0. 39	0. 22	0. 39	0. 35	0. 37
Grain length	-0. 61**	0. 05	-0. 53**	-0. 54**	-0. 51*
Grain width	0. 60**	0. 07	0. 48*	0. 56**	0. 52**
Grain thickness	0. 59**	0. 04	0. 67**	0. 64**	0. 64**
Translucency	-0. 22	0. 20	-0. 50*	-0. 47*	-0. 50*
White center	-0. 01	-0. 13	-0. 01	0. 09	0. 07
White back	0. 01	-0. 05	0. 09	0. 16	0. 14
White belly	0. 32	0. 10	-0. 54**	-0. 49*	-0. 51*

**,*：Significant at 1% and 5% levels of probability, respectively.

2.食味與白米理化性質的相關性

測定白米理化性質雖較測定碾米品質，米粒外觀時費力，但與米飯食味的關係卻更爲密切[13]，而且近年來，近紅外光譜分析儀已廣爲應用，其可快速分析部份化學性質，此將可紓解傳統化學分析之困擾，加速米質成分之檢定，故依據理化性質、化學成分做爲食味選拔的指標，應是可行。稻米理化性質四個影響因素中，粗蛋白質雖在宋等(1991)[7]的報告中與食味的六個特性未達顯著性的相關，但亦明顯的看出，除與彈性外，有負向的關係趨勢(表16)，此外直鏈澱粉含量則與各項食味特性呈極顯著的負相關，而鹼性擴散值(即糊化溫度) 與膠體性質除與彈性呈極顯著負相關外，與其他五個性狀均有極顯著的正相關存在(表16)。根據宋等(1991)[7] 指出白米粒中，純蛋白質、鹼溶性蛋白、

粗蛋白質、直鏈澱粉、灰分、硫及磷的含量低，而總醣、游離糖及水溶性醣等含量高、鹼性擴散值大(糊化溫度低) 及膠體性質軟者，有較佳的口味。

表16 秈粳稻理化性質與食味間之相關係數

Table 16. Correlation coefficient between palatability evaluation by sensory test and physico-chemical characters of milled rice

Character	Alkail spreading value	Crude protein	Gel consistency	Amylose
appearance	0. 79**	-0. 25	0. 81**	-0. 84**
aroma	0. 71**	-0. 16	0. 93**	-0. 81**
flavor	0. 66**	-0. 34**	0. 60**	-0. 76**
cohesion	0. 80**	-0. 29**	0. 83**	-0. 94**
tenderness	-0. 81**	0. 40**	-0. 81**	-0. 90**
overall	0. 81**	-0. 34**	0. 81**	-0. 92**

**, Significant at 1% level of probability.

3.米飯質地與理化食味間的相關性

米飯質地是利用米飯質地分析儀模仿人類口腔咀嚼的運動，所受的力以曲線圖解的原理來測定。最主要的目的，是以機械上客觀的資料，來取代主觀的人爲官能品評。

米飯質地分析與食味所得的相關性列於表17，米飯質地分析的指標性狀是均衡性(balance) ，其與食味的總評(overall) 的相關程度達＋0.95**，(表17) ，表示有應用於人爲食味品評的價值，而在與稻米理化性質的相關性上，均衡度與鹼性擴散值，膠體性質呈顯著正相關，與直鏈澱粉呈顯著負相關(表18) 與表16中，食味間與稻米理化性質相關性極爲類似。

表17 秈粳稻米飯質地與食味間相關係數

Table 17. Correlation coeffecients between texture of cooked rice and palability evolution by sensory test.

Texture of cooked rice	Palatability evaluation of sensory test					
	appearance	aroma	flavor	cohesion	tenderness	Overall
hardness(H)	-0. 83**	-0. 87**	-0. 62**	-0. 91**	0. 89**	-0. 91**
viscousness(-H)	0. 89**	0. 81**	0. 85**	0. 96**	-0. 96**	0. 96**
balance(-H/H)	0. 89**	0. 81**	0. 82**	0. 95**	-0. 95**	0. 95**
cohesiveness(A2/A1)	0. 75**	-0. 67**	-0. 67**	-0. 84**	0. 85**	-0. 85**
adhesiveness(A3)	0. 90**	0. 79**	0. 82**	0. 94**	-0. 95**	0. 95**

**, Significant at 1% level of probability.

表 18. 秈梗稻米飯質地與食味間之相關係數

Table 18. Correlation coefficients between texture of cooked rice by texturometer palatability evaluation and sensory test

Character	Alkali spreading value	Crude protein	Gel consistency	Amylose
hardness	-0. 82**	0. 06	-0. 81**	0. 95**
viscousness	0. 84**	-0. 29	0. 83**	-0. 93**
balance	0. 87**	-0. 23	0. 82**	-0. 95**
cohesiveness	-0. 79**	0. 05	-0. 62**	0. 92**
adhesiveness	-0. 89**	-0. 40	0. 79**	-0. 89**

**, Significant at 1% level of probability.

三、現階良質米產與未來展望

影響良質米生產的因素很多(12)，品種、產地、氣象條件、栽培方法、收穫後處理，及炊飯過程等等，其中以品種最爲重要。一個良質水稻新品種系之育成，必須注重在(1) 選擇良質親本，(2) 雜交後代之早期分世代選拔優良糙米品質之系統，(3) 產量比較試驗需選拔優良碾米品質、白米外觀、理化性質與米飯光澤及米飯質地高均衡性(balance) 之品系，(4) 最後階段之區域試驗，應注重在米飯入口品質(食味) 之檢驗，選拔優良口味及米飯光澤之新品系，經由上述4個階段著手才能選育出優良碾米率、白米外觀及食味之良質水稻新品種，提供良質米產銷最基本也是最重要的生產材料，因爲有好的良質品種才能生產出良質米。

除了選擇優良品質之品種外，也應在沒有環境污染之良質米適栽地區栽培生產，生育栽培時應注重早期施用氮肥，注意病蟲害防治，不能太早斷水，即成熟後期採輪流灌溉，必須適期收穫及採用低溫乾燥等良質米生產栽培及調製要點，如此配合才能生產出消費者喜好的眞正好吃之良質米(12)。另外，並由各區農業改良場著手規劃良質米適栽地區，已有初步的成果，並經多年試驗研究成果，以米飯入口品質之測試，配合米質外觀，將水稻品種之品質劃分三類，即食味優於對照之A級或對照相似之B級，配合優良白米外觀，即心腹背白總和等於或少於1之品種分別，屬於一類良質或二類良質品種不屬於上述兩類者，即屬於第三類之普通米。(表19) 至目前經由此方式陸續檢定出之良質品種計有台中189號、台農68號、台農70號、台南9號、高雄139號、高雄142號、台梗2號、台梗4號、台梗5號、台梗8號、台梗9號、台中秈10號、台農秈20號及越光等品種，並推薦爲良質米輔導產銷計劃之生產品種，不同區域生產之稻米亦採用上述方式檢定其品質，同樣將產米區域規劃爲三類(表19) ，再依據國家標準(CNS) 之糙米品質檢驗標準(表20) ，將良質米適栽區之第一類區栽培之良質米品種，糙米檢驗符合一等或二等者，或是在良質米適栽之第二類區，所生產的良質米品種糙米檢驗合格者方可做爲良質米(表21) 。

表 19 良質米生產類區

Table 19. The area ranks of rice productivity

Area rank	Palatability group	Sum % white center, belly and back
I (high quality rice producytivity area)	A	≦ 1
II (high quality rice productivity area)	A or B	> 1 < 2
III (common quality rice productivity area)	excluding I and II	≦ 2

表 20 糙米等級國家標準 (CNS 2424)

Table 20. CNS of brown rice

Grade	Lower limit		Upper limit (%)						
	weight (g/l)	kernel (%)	Moisture	damaged kernel*					
				sum	opaque	colored	rough	other varieties	miscelleous materials
1	800(790)**	75(70)	14.5	15	3(2)	0.2	0.2	0.3	0.2
2	780(770)	65(60)	14.5	20	5(3)	0.4	0.3	0.5	0.3
3	710(750)	55(50)	14.5	25	7(5)	0.5	0.5	1.0	0.5

*, included cracked kernel, sprouted kernel.

**, in the parenthese are indicated indica brown rice

表 21 良質米等級劃分

Table 21. The tentative category for high quality rice

Brown rice grade by CNS	The Area ranks of rice produc tivity		
	I	II	III
1 grade	1st degree*	2nd degree*	common
2 grade	2nd degree	common	common
3 grade	common	common	common

*, High quality eice.

有碾米廠商或農會以契作的方式，在已規劃之良質米適栽區，以種植生產良質米，其主要契作的品種爲台梗8號、台梗9號、台中秈10號，其次尙有台中189號、台梗2號、台梗5號、高雄139號、高雄142號及越光。此種契作在先之方式生產良質米，在新計畫推行之初爲鼓勵廠商及農民參加，以補助方式爲誘因，達到推廣之目的，初期確實獲得良好之效果。但良質米輔導產銷推行之後，這種方式，成爲防礙良質米產銷數量發展之拌腳石，因爲契作在先有很多缺點，如(1) 契作農戶生產之稻米其品質，不合規定不能收購，導致廠商良質稻穀來源比預定短少。(2) 或是廠商契作之良質稻穀一、兩個月就加工銷售完，無米賣時也無法收購非契作農民生產之良質稻穀，以良質米標誌加工出售，造成影響良質米輔導產銷之數量之成長，而影響其績效。(3) 目前稻米以品質分等分價收購，及銷售制度尙未健全，故稻農生產之良質稻穀無法賣到合理的好價格，降低了生產良質米之意願，(4)由於糧政單位沒有嚴格執行市場小包裝良質白米之抽驗工作，導致部分不肖廠商以良質米標誌包裝普通米銷售，欺騙消費者，影響良質米服務標章之信譽及公信力。(5) 由於部份廠商資金不足之關係，無法大量與農民契作生產，例如每期契作1000公頓，則廠商於農民稻穀收穫後，約一個月內要籌足最少約五千萬元資金來購買契作之良質稻穀，此龐大資金實爲一般廠商所難應付，這也是契作面積一直無法擴大之主要原因之一。

爲了加速達到政府預定之良質米在食米消費市場30％之佔有率，本文謹就稻米品質試驗研究之結果及參與良質米輔導產銷計畫之經驗提出拙見，提供政府及業者推行良質米輔導產銷參考：(1) 應早日推行本省稻米依品質分等分價收購及銷售制度，以資提高農民生產良質米之意願，(2) 應打破契作生產爲唯一米來源之管道，開放廠商或農會，直接收購經政府推薦之良質米適栽區域之良質稻穀，(3) 收購價格不應設限，在好米人人要的情況下，好米才能賣到好價格，(4) 廢除收購稻穀之補貼，將計劃經費應用在良質米產銷之宣傳廣告，讓消費者認知，(5) 加强市場小包裝良質米之抽檢制度及數量統計，以供來年推廣之參考，(6)加强建立良質米共同品牌之權威，(7)水稻育種場所加强稻米品質改良工作等。若能做好上述七點工作，則目前的良質米輔導產銷計劃才能更落實，消費者才願意花更高的價錢購買眞正好吃之良質米，如此良質米之售價才能提高，廠商或農會有了利潤，才能以比一般普通稻穀更高的價格，向農民收購經檢驗合格之良質稻穀，如此才能增加生產良質穀谷農民之收益，農民也才會認眞的栽培管理生產良質稻穀。

參考文獻

1.台灣糧食統計要覽　1995　台灣省糧食局。

2.竹生新治郎、渡邊正告、杉本貞三、酒井藤敏、谷口嘉廣　1983　米の食味と理化學的性質の關連 澱粉科學　30(4):333-341。

3.江幡守衛、平澤惠子 1980 米飯の食味テクチヤーについて　日作東海支部　研究梗概 88:39-45。

4.江幡守衛、平澤惠子 1982 米飯のテクチヤーに關する研究　第 1 報テクチヤーと食味との關係について　日本作物學會紀事　51(2):235-241。

5.江幡守衛、平澤惠子、柴田哲 1982 米飯　のテクチヤーに關する研究(第 2 報)粒形、成

熟度、粒質の影響 日作紀 51(2):242-247。

6.朱鈞、郭華仁、邱淑芬 1980 一、二期水稻發育中穀粒乾物質之蓄積與充實特性 科學發展月刊 8(5):414-427。

7.宋勳、洪梅珠、許愛娜 1991 台灣稻米品質之研究 台灣省台中區農業改良場特刊第24號 pp.101。

8.宋勳 1974 臺灣長秈稻品質之探討 台灣農業季刊 12(3):98-105。

9.河野澄夫等 1995 稻米加工自動化專輯 II.穀類非破壞性檢驗 行政院農業委員會編著 台北市 台灣省 中華民國。

10.洪景順 1994 稻米加工自動化編輯 I.稻米品質之檢驗及加工 稻米品質鑑定系統簡介 行政院農業委員會編著 台北市 台灣省 中華民國。

11.洪梅珠、宋勳、劉慧瑛、林禮輝 1989 稻米理化性質之研究 I.官能食味特性與米粒外貌及化學性質間相關之研究 台中區農業改良場研究彙報 24: 53-62。

12.許志聖、宋勳、鄧耀宗 1993 良質米栽培管理手冊 行政院農業委員會、台灣省政農林廳及台中區農業改良場編印 pp.34 台北市 台灣省 中華民國。

13.堀末登、謝順景 1982 稻米之米質改良、檢定、分級及運銷 臺灣農業季刊 19卷第一及第二期。

14.Cagampang, G.B., C.M. Perez, and B.O. Juliano. 1973. A gel consistency for eating quality of rice. J.Sci.Fd.Agri. 24:1589-1594.

15.Carmen M. Paule. 1969. Rice quality laboratory standard testing procedures. IRRI Varietal Improvement Seminar, June 6.

16.Chamura, S., Y. Honda, K. Iida, and F.Tubokawa. 1972. Studies on the relation between the types of soil and the palatability of paddy rice. II. On the relation between chemical characters of rice grains and taste of cooked rice. Pro. Crop Sci. Soc. Japan 41:244-249.

17.Chang, S.K. and C.W. Yang. 1971. Factors for high rice yields in Northern IRAN. IRC. Newseletter Vol.XX,No.3.

18.Chikubu, S., S. Watanabe, T. Sugimoto, F. Sakai, and Y.Taniguchi. 1983. Relation between palatability evaluations of cooked rice and physico-chemical properties of rice. J. Jpn. Soc. Starch Sci. 30(4):333- 341.

19.De. Datts, S.K., W.N. Obcemea, and R.K.Jana. 1972. Protein content of rice grain as affected by nitrogen fertilizer and some triazines and substitute ureas. Agron.J. 64:785-788.

20.French, D. 1984. Organization of starch granules, p.183, in "Starch: Chemistry and Technology", editted by R.L. Whister et al, Academic press, Inc., U.S.A.

21.Hizukuli. S., T. kaneko, and Y.Takeda. 1983. Measurement of the chain length of amylopectin and its revealed to the origin of crystalline polymorphism of starch granules. Biochim. Biophys. Acta 76:188-191

22.Huysmans A.A.C. 1965. Milling quality of paddy as influenced by timing of the harvest. IRC. Newsletter Vol.XIV,No. 3:4-12.

23.Juliano, B.O. 1966. Physico-chemical data on the rice grain. Technical Bulletin 6,IRRI.

24.Juliano, B.O. 1966. Relation of some properties of rice starch and protein to eating quality preferences for milled rice in Asia.IRRI.

25.Juliano, B.O. 1970. An integrated study on physiochemical properties of the rice grain. IRRI. Saturday Seminar, January 17.

26. Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today. 6:334-340.

27.Juliano, B.O. 1972. Physico-chemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. In rice breeding. The International Rice Research Insti-tute, Los Banos,Philippines.pp.389- 405.

28.Juliano, B.O., L.U. Onate, and A.M. Del Mundo. 1972. Amylose and protein contents of milled rice as eating quality factors. Philippine Agriculturist. 56:44-47.

29.Juliano, B.O. 1975. The gel consistency and viscosity test as an index of eating quality of milled rice. IRRI, Jan. 18.

30.Juliano, B.O. and C.G. Pascual. 1980. Quality characteristics of milled rice grown in different contries. IRRI #48, March p.5-9.

31.Juliano, B.O. 1985. Rice:chemistry and technology. St. Paul, Minnesota. U.S.A.

32.Little, R.R., G.H. Hilder, and E.H. Dawson. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chem.35:111- 126.

33.Matthews. J., and J.J. Spadaro. 1975. Rice breakage during combine harvesting. Rice J. 78(7): 59,62-63.

34.Nagato K., and M. Ebale. 1960. Effects of temperature in the ripening period upon the development and qualities of lowland rice kernels. Proc. Sci. Soc. Japan. 23(3):257-278.

35.Okabe, M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. J.Texture Studies 10:131-152.

36.Perez, C.M. 1979. Gel consistency and viscosity rice. p. 293-302 in: Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.

37.Reyes, A.C., Alban, F.L., Briones, U.P., and B.O. Juliano. 1965. Varietal differences in Physico -chemical Properties of rice starch and its fractions. J. Agr. Food Chem. 13:435.

38.Webb, B.D., C.R. Adair, C.N. Bollich, and J.E. Scott. 1970. Grain quality charactertics of rice varieties grown in international performance trails. IRC. Newsletter Vol.XIX, N.1:1-14.

39.Webb, B.D., C.N. Bollich, and J.E.Scott. 1975. Comparative quality characteristics of rice from first and ratoon crops. PR-3324C of TAES, May.

40.Webb,B.D. 1980. Rice quality and grades. In Rice: Production and Utilization (Bor S. Luh, ed.). The AVI Publishing Co. Westport, Conn. U.S.A.

近紅外光分析儀在稻米品質測定上的應用

陳 一 心
臺灣省農業試驗所嘉義農試驗分所

一、前 言

臺灣地區在民國65年(1976年)水稻生產量達 271萬公噸歷史性新記錄，部份外銷日本等國爭取外匯，後來因爲價格及中美食米外銷協定等限制因素，外銷量逐年減少，並因生活習慣變化，食品種類有多樣選擇性，因而飯量減少以致於每人每年食米消費量降至70公斤以下，稻米庫存過量造成糧政單位困擾。目前臺灣農業生產結構，面臨加入世界貿易組織，農產品市場開放自由競爭條件下，需要作全盤性調整。在糧食作物方面，尤其是主要項目水稻的生產政策必需重新修訂，而在生產技術方面更需要昇級再上一層樓以對應新的大環境的壓力。

米食文化日漸式微，西方飲食大量充斥下，如何滿足消費者對良質美味的米飯的需要，來提升國人年消費量，增進國產米競爭能力，在這種情況下，當然不是讓國人僅吃得飽而已，目前最大壓力瓶頸就是在如何轉變爲吃得好，在能吃得好又能吃得巧以及多樣化的米食選擇的時代來臨。因此區隔品質與價位的作法必需逐漸形成，透過檢驗進行稻米品質分等分級，以客觀檢驗標準，公平、公正、公開的基本原則，以及產品標示內容清楚明白等方式，使消費者選購時可以確認稻米商品價值，對品質間隔的方式能夠認同而有信心，如此食米包裝上所標示涵蓋項目除了外觀品質、等級，食味官能評分數值外，加上米粒化學成分測定數值與物理特性值等類別的多數品質項目表達的話，既符合實際又不作假，必定能迎得消費者信賴，確保消費者利益。

影響稻米品質因素極多，舉凡品種、氣候環境、栽培管理、調製加工過程等都能影響品質的表現。臺灣米的消費形態以米飯佔絕大部份，米飯食味受到米粒組織結構以及米粒內所含各項成分量的多寡而變化；判定米飯食味最直接方式就是品評人員的官能感覺與需求來區別，雖然較難擬定客觀基準，但是只要能滿足品評人員需求就是好品質爲其基本原則。既然品質是項極爲複雜的各項因素的綜合表現，因而爲了品評食味，所施行品質構成要素的評定步驟或是對其物理化學特性分析檢驗的過程是相當繁瑣。例如米飯食味品評工作，是利用品評人員五官感覺中除了聽覺之外的視覺、味覺、嗅覺及觸覺四項目，依照既定品評方法進行米飯滋味良劣的區別，這些評定結果非依賴機器表達而是人類直接反映口感。雖然品評人員的素質訓練與性別、年齡以及其消費習性與嗜好，甚至所採用統計推估方法等項，將會影響這種概括式綜合評價結論，以及它所能涵蓋判別品質好壞所具客觀代表性，但是至目前爲止，表達米飯食味的方式中最常被採用的一種。

構成米粒外觀品質，除粒的色澤、光澤、透明度也就是心白、腹白、背白等視覺項目外，它整批米粒形狀整齊粒大小一致與否，有相當關係。米粒結合水分含量多寡可決定米粒軟硬

程度，其程度上差別可分爲軟質米、硬質米兩大類；米粒充實程度可藉著「容積重」的測定來表示，充實良好的糙米粒每公升重量超過800 公克。糙米外觀品質可籍檢驗過程所調查項目綜合決定其等級，調查項目有①完整米粒比率②被害粒③未熟粒④死米等四大項，被害粒指米粒發育過程遭到爲害，依其發生原因或發生被害部位可分爲畸形粒、發芽粒、黃銹米、病害粒、蟲害粒以及胴裂粒等種類。

我們了解構成米的品質有糙米外觀、米飯食味、營養化學成分以及入口品質等項決定要素。至於入口品質也就是說人類的觸覺所能感受到米飯組成質地上，我們表達它的好壞差距時，常利用儀器測定米飯質地的各項影響物理特性，例如米飯的凝集性、付著性、彈力性、粘性、以及硬度與平衡性等物理特性項目。最近日本開發了新儀器可以測定米飯粒外層覆水膜的厚薄以及光澤，來表示其米飯入口品質。

至於化學成分項目中包含有澱粉構成物質直鏈性澱粉 (amylose)與支鏈性澱粉(amylopectine)比例、蛋白質、脂肪、灰分及無機鹽類如鉀 (K)、錳(Mn)、鈣(Ca)、鎂(Mg)等項元素含量，皆能左右食味表現，有不等程度的影響。例如直鏈性澱粉含量多寡影響米飯食味品評口感，當它含量超過25％時，臺灣地區消費習性認爲品質不佳，因爲它的飯粒粗糙、缺乏黏性、彈性較差口感不良。一般蛋白質含量 5～6 ％較低時，對米飯入口品質有正面效果。

米飯一般利用習慣以白米形態爲多，糙米剔除糊粉層與胚之後，剩下精白胚乳也就是白米供作食用，胚乳組織中細胞層次與細胞排列緊密程度會影響米飯吸水量及米飯質地特性。胚乳細胞內充滿澱粉顆粒，澱粉顆粒組成有澱粉、蛋白質、少量脂肪等成分項目，其顆粒爲直徑 7至25 μ m 大小，形狀爲球形或橢圓形，結構上再由直徑 4至 6 μ m 的小顆粒20至60個集聚而構成也就是複粒化。澱粉顆粒吸水加熱後開始膨脹，高糊化溫度的米煮飯時間較長吸水量多，一般米飯以中等或較低糊化溫度在臺灣較受歡迎。

米粒中直鏈性澱粉含量與米飯熱糊化性有關，也就是食味品評時粘度、硬度有關密切關係，許多報告指出直鏈性澱粉含量與粘度呈正相關與硬度及綜合評價呈顯著負相關。因此左右食味好壞最主要成分可說是直鏈性澱粉了。

二、近紅外光分析儀在稻米品質分析之應用

米粒中直鏈性澱粉含量、蛋白質、脂肪、灰份等項化學成分之定量分析工作，若是採用傳統式化學實驗室分析方法，雖然所得定量數據準確性程度較高，但是相對地實驗室工作需要熟練的分析技術人員，器具必需齊備，測定時間或是反應操作過程相當長時等項，使得效率不高而費時，無法滿足某些特定需要。譬如大量育種材料在一定時間內需齊備它的品質有關特性資料時，利用化學分析定量方法將緩不應急。在日本，進行小包裝米調製混合(blending)過程時，爲了掌握所販售商品價格與品質，多數利用近紅外光分析儀來獲得該批材料基礎米質成分項之資訊，因此進行精白調製時，這批糙米的各項化學成分含量值，在短時間內欲獲得結果以及每次測定樣本數目相當多，在這種狀況下，傳統式分析方法無法應付，因此，近紅外光分析儀所提供的功能，能夠有效幫助精米流程的品管工作，各原料桶中不同產地品種的糙米品質特性充分掌握之後，可以迅速決定調配過程中各原料桶進料比例及其流速與總流量，因而它能夠長期供應固定食味水準的產品，供消費者購買，其穩定可靠食味之白米，

不會讓消費者對其產品之食味評價有時好時壞的情形。

因此近紅外光分析方法，被廣泛應用在食品成分檢測工作，改善了傳統化學分析費時費力缺點，並可以一次完成多項成分含量測定，時間短而且測定樣品可再重複利用於其他特性分析。所以這種迅速、微量、正確、省力而能穩定，並且提供有普遍性、客觀性的米品質相關化學或是部份物理特性測定結果頗受注目。因而，無論是在良質米品種研發工作或是食米精白加工業方面等不同層面上，近紅外光分析方法它提供了嶄新方式，對食味評估方面是項新嚐試，這項分析方法有其不可忽視地位。

1.分析原理簡介

這一種分析技術，屬於非破壞性檢驗法中的一種方式，它廣泛被應用於食品爲對象的測定工作，它可以估測食品內部所含成分物質，而它的測定基本原理是利用檢驗對象物接受某種能源後，以檢測器來調查分析，當它所受到的能量多寡及這個測定對象物當輸入能源之後的各項表現情形，並組合它被照射後所輸出能源量等項，由這種因果關係而瞭解此物質之品質有關特性成分含量。這種非破壞檢測大致分爲①光學②電磁學③力學④放射線等類，利用光學的分光法，在近紅外光域內的各特定波長光線，照射對象物後，產生吸收、透過、反射、擴散等物理現象，因爲物質成分量與質的特性，表現出不同程度量的吸收、反射，配合吸收強度等光譜分析之後，運用計算公式，可反映及推測食品的組成構造訊息。

近紅外光域介於可視光與紅外光之間，一般指 800至2500nm之間波長，其上下限並不明顯，近紅外光域波長1200至2400nm之間，常用來照射到食品後，因所照射光提供能量，造成被照射物質的各項化學組成分的不同官能基(function group)，產生分子內各原子的基準振動，因其伸縮振動角度與方向的差異，可以分成爲對稱伸縮振動、逆對稱伸縮振動以及變角振動等種類，經由這些振動而產生特定波長光譜吸收現象，例如2100nm波長有碳水化合物吸收光譜特徵，蛋白質在2180nm，脂質在2310nm處有近紅外光譜呈現，當特定波長光，它的吸收強度愈大時其吸光度值愈大，利用化學組成分特有官能基在不同吸光帶上所呈現不同程度吸光值作爲成分含量估測推算之依據。

2.應用範例

A.臺灣省農業試驗所嘉義農試驗分所運用情形

民國81年起利用Bran + Lubbe公司製造 NIR 450型近紅外光分析儀，測定臺灣所生產稻米成分，檢討它的應用可行性。預定三年的各項相關試驗進行與有關資料蒐集完成後，擬開發適合臺灣人民消費習性的食味評估模式，進一步提供給設計專用稻米食味評估儀器時參採，並配合本分所水稻良質品種研發工作需要及碾米廠精白調製時品管上使用。

該機器光學系統設計，組合19片濾光片成爲光束輪(light filter wheel)及積分球形感應器(Integrating spherical detector)，在球內側面左右兩側各置有一片硫化鉛波長感應裝置，來測定透過試樣後的穿透(penestrate)、反射與擴散光(reflectance and diffuse light)的量，其光學系統模式圖示於圖 1。這個儀器機体上有簡易操作觸控面板(Touch sensitive panel) 具有可程式控制操作之記憶

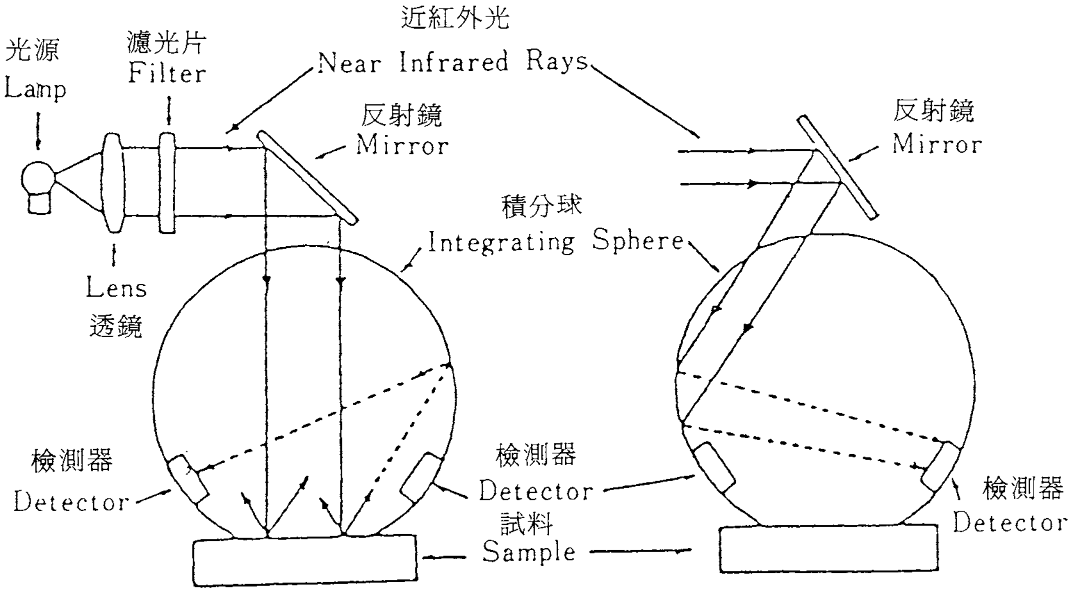


圖1. 近紅外光分析儀的光學系統模式圖

体，本身可以離線狀態(off line condition)單獨使用進行各項成分測定工作，除了離線狀態外，亦可與個人電腦連線(on line)，利用已建制資料分析軟体程式集(Infralyzer Data Analysis Software, IDAS)協助，進行試料吸光度測定値蒐集建檔，利用吸光度經過統計分析步驟，進行成分含量估測工作。其選擇功能亘集中有光譜分析(Spectea analysis)，適當樣品挑選(pick)，判別分析 (Discrimination analysis) 等項，進行成分含量推估所需檢量線(Calibrat-ion equaion)工作，利用檢量線適當波長組合找尋(Wavelength Combination Search) 與設定(Set up) 功能，建立理想檢量線應用，日後應用時依此檢量線功能可估測各項成分含量；資料建檔、修改及各種統計方法的支援提供，讓使用者有更大空間應用。

我們進行工作的方式，先運用近紅外光分析儀專用軟体IDAS的pick程式，挑選出預定分析供試樣品材料，逢機將入選樣品分爲兩類，第一類供作建立各項成分檢量線用，樣品經過照射後，可蒐集到它的吸光度之後，對各項成分吸光帶之吸收强弱大小變異範圍有所了解，對所應用樣本材料性質以能涵蓋日後指定分析樣本變異範圍爲理想目標，也就是說測定對象的最高、中間、最低含量能被包羅在內。照射光後建立第一類樣本的吸光值檔案，以供各成分項所需用的含量檢量線(Calibration equation)建立之用，此檢量線爲多變數複迴歸一次方程式，將所挑選各波長吸光值的自然對數取倒數值爲自變數(dependant Variable)，各項成分含量爲依變數(Independant Variable)，所形成迴歸方程式。另外，在實驗室化學分析檢測各項成分含量時，重複二次，若二次重複值差異較大時，再分析一次，以作捨取。第二類樣本經過分析後將其已知化學定量數值輸入，並利用所建立檢量線進行第二類樣品群的含量估測，比較估測值與化學分析數值，檢討其檢量線

的複迴歸及複相關係數(又稱決定係數，R^2)，依據估測準確程度(Estimate precision, E.P.)及估值標準誤差(Standard Error, SSE) 之兩統計值，作爲檢量線不同波長的完全組合種類的檢討，經過波長組合選擇(Combination selection) 完成應用檢量線的方程式決定工作。本分所在 1994 年已完成直鏈性澱粉、蛋白質、灰分等三項化學成分含量檢量線建立工作，估測直鏈性澱粉含量，利用1445、 1680、1818、2100、2139、2230nm等六個波長時，其決定係數達0.878，估值標準誤差 (SSE)爲2.593，估測準確性(E.P.)爲0.77，與蛋白質的 R^2 爲0.991，SEE 爲 0.166以及E.P.值爲 0.092這些數據比較，準確程度稍遜色，應用性較差有改善其準確性必要，在直鏈性澱粉含量的估測值，有數個樣本較化學分析值高過 3％，但是多數試樣檢測結果在可以接受程度。蛋白質含量推測若用四個波長R^2 達 0.94，若增加至 6波長時R^2 可以成爲 0.991 ，其估測值與化學分析值差距不超過 0.5％，已能實用化，灰分應用六個波長時，R即可達 0.978，與七個波長之估測誤差值僅0.01，顯示灰分檢量線應用六個波長即可。

B.日本近紅外光分析技術運用現況

日本有關稻米品質研究陣容有完整架構，產官學界一体，在各大學內從事基礎理論研究與開發，國立食品總合研究所內有食品理化學部門從事食品物性、脂質、蛋白質、碳水化合物等項研究，分析評價部門有品質情報解析、狀態分析及非破壞評價等研究項目，將這些研發成果與技術轉移至民間企業。10年前開始已將紅外光分析原理擴展至食米食味評價裝置，簡稱它爲食味計。這個食味計的設計理念，主要著眼於它具有高效率的數值化數據來表達食米品質。日本精米工業協會對食味計的觀點中，提及食米在精白過程，若欲工廠成立食味官能品評團來評估檢定米飯食味是項煩瑣事情，因而1987年開始陸續有佐竹製作所推出TBIA型汎用食味計，NIREKO公司的6250 HON型米食味計，靜岡製機公司的RA-610型食味分析計等三種廠牌，採用近紅外光反射法的測光原理所開發機型。另有山本製作公司及TREBOR公司利用透過法的測光原理的不同類型機種。若應用反射法測定時，所需要的材料量爲20公克至40公克精白米粉体，而透過法不需粉碎直接可利用糙米或精白米形態測定。食味計內裝的近紅外光波長域1100至2500nm，各廠牌所利用特定波長未對外公開，其濾片組以10片來發生波長爲多。日本精米協會利用上述機種作性能比較後，針對食味計的成分估測值與化學分析法所得化學項目成分值對比之後，認爲除了amylose 的測定值之外，蛋白質、脂肪酸度等二項並無顯著變異性表現。

根據1995年11月26日日本農業新聞，以測定米品質的食味計之普及化爲題的專欄報導所介紹，以往一台食味計需要 1千萬圓日幣，1994年11月Kett公司推出AN 800成分分析計，以 195萬圓價格販賣開始，1995年 7月東洋精米機製作所推出原本需要 1千 4百萬圓之機種之外，新推出味度計量機，一台僅需 197萬圓的低價格機種。佐竹製作所除原先泛用型機種外，再推出SIR10A 型小型的炊飯食味計，價格在 3百萬日幣，不再以粉体爲測定對象，改採用米粒形態材料，不需經過粉碎成爲粉体之後再測定，它兼有Neuro fuzzy 的性能。靜岡製機公司一向採用透過型全粒形態並不粉碎成粉体，該公司陸續推出GS-1000J型成分分析計及95年推出 GS-2000型食味分析計，它的測定項目與一般食味計類似，有食味值(eating score)表示之外，GS-2000 型增添老化性這項目，值得注目。

三、結　語

近紅外光分析技術在食米品質成分分析上已達實用化，日本多家廠商推出食味計在試驗研究單位研發工作，農會大型精米工廠品管以及農家在運用栽培管理技術來改品質的成果檢討上應用。臺灣因爲有自已的口味差異及消費習性與產銷形態等問題的差別，導入日本食味計直接立即應用，也許有些問題；因而未來我們可朝向模仿日本研究食味計的編組架構体系，經過數年的相關資料調查與收集之後，開發適合我國需要的品質檢測用食味計，其所應用之食味評估方程式，必需符合我國特性需求。未來，這類的儀器可供作我們進行稻米品種改良研究，以及中大型米廠調製優良品質產品時在品管上應用。

誌　謝

本分所近紅外光分析技術研發工作所需經費，承蒙行政院農業委員會補助，研究工作得以順利進行，深表謝忱。工作進行多蒙本分所助理吳永培先生及多位同仁協助材料栽培管理、收穫調製以及化學成分項目定量分析等工作，在此深深感謝。

參考文獻

日本農業新聞 (1995) 10月26日。

陳一心 (1995) 近紅外光分析儀在省產稻米成分分析應用現況、穀物非破壞性檢驗。稻米加工自動化專輯第二冊。農委會稻米加工自動化技術服務團編印。台大農機系出版。P.67-70。

陳一心譯 (1995) 日本應用非破壞性品質檢驗技術在稻米研究之現況、穀物非破壞性檢驗。稻米加工自動化專輯第二冊。農委會稻米加工自動化技術服務團編印。台大農機系出版。P.1-20。

臺灣稻米的檢驗制度與方法

洪　明　仲
台灣省政府糧食局

一、沿　革

台灣稻米檢驗工作，最早可溯自日據時代，日人爲搜羅糧源，挑選較高品質食米，即開始實施稻米檢查制度。台灣光復後爲配合徵收田賦，制定「台灣省田賦徵收實物驗收規則」，據以辦理稻穀驗收工作，其後配合公糧經收、撥出業務，陸續制定各項公糧糙米、白米驗收規定，以控制政府供應公糧之品質。隨著台灣經濟發展，民生日漸富裕，人民對米食之要求由過去注重量產逐漸轉變爲重視品質，爲此政府自七十一年起推行白米小包裝分級銷售，此爲市面流通米檢驗工作之初始。

二、台灣稻米檢驗制度實施方案

爲因應本省經濟發展，社會變遷及消費者對穀物品質之要求日益提昇，並配合未來「糧食管理法」頒佈實施，必須建立稻米檢驗制度以加强檢驗功能。故此糧食局奉准依據80年5月23日第2038次台灣省政府委員會議通過之決議推動辦理「稻米檢驗制度實施方案」。

㈠方案目標：(1)建立檢驗制度，加强檢驗功能，提高穀物品質，維護生產者與消費者權益。
(2)確立稻米檢驗之權責。
(3)充實檢驗設備，加强檢驗人員培訓，以提昇檢驗技術，解決檢驗紛爭，確立政府公信力。

㈡實施要領：(1)成立專責檢驗單位，確立檢驗權責。
(2)加强辦理各級檢驗業務相關檢驗人員之培訓工作。
(3)充實各級檢驗業務辦理單位之檢驗儀器設備。
(4)研討相關檢驗法規之修訂工作。

㈢實施期間：(1)81年度至86年度爲加强實施階段。
(2)87年度以後，改爲持續辦理的重要業務工作。

㈣分年度實施工作重點：

81年度—(1)成立專責檢驗單位。
(2)設立檢驗室。
(3)充實檢驗儀器設備。
(4)規劃檢驗人員培訓計畫。

82年度—(1)擴充檢驗室硬體設備。

(2)充實檢驗儀器設備。
(3)辦理各級檢驗人員培訓工作。

83年度—(1)加强充實檢驗儀器設備。
(2)加强辦理各級檢驗人員培訓工作。
(3)舉辦本省各地區稻米品質查定。
(4)研討檢驗相關法規。

84年度—(1)繼續加强充實檢驗儀器設備。
(2)繼續加强辦理各級檢驗人員培訓工作。
(3)舉辦本省稻米品質查定工作。
(4)研討檢驗相關法規。
(5)規劃稻米分級檢驗執行計畫。

85年度—(1)研討稻米檢驗相關法規。
(2)加强稻米檢驗技術之研發工作。
(3)辦理本省稻米品質查定工作。
(4)試辦稻米分級檢驗工作。

86年度—(1)研討稻米檢驗相關法規。
(2)加强稻米檢驗技術之研發工作。
(3)辦理本省稻米品質查定工作。
(4)試辦稻米分級檢驗工作。

三、稻米檢驗制度現況

(一)編制及檢驗人力

目前糧食局於本局設有第五科，專責辦理稻米檢驗相關業務之規畫及推動，全省十五個管理處及基隆分處則以臨時編組方式設立檢驗小組，執行稻米檢驗業務。全省現有檢驗人員272人;檢驗小組成員52人，常態性執行檢驗工作者計有83人。

(二)檢驗人員之任用、管理及訓練

(1)任用及管理

本局對檢驗人員之任用及管理有「台灣省政府糧食局米穀檢驗人員甄選管理要點」，檢驗人員須先經半年之實習，再經甄審委員會甄試及格取得証書後，始具檢驗人員資格。每一檢驗人員由本局統一製發米穀檢驗章戳及外銷米檢驗代號章各一枚，提供檢驗人員証明其所檢查之米穀品質合格所使用之章戳，對章戳之使用管理亦訂有要點規範。

(2)訓練

爲加强檢驗人員之專業知識及檢驗技術，對新進檢驗人員及現職檢驗人員，糧食局均不定期舉辦講習訓練，針對稻米品質之判定、外觀品質界定、檢驗方法、取樣技術與原理、食味評鑑及實際執行檢驗所遭遇之問題進行研討，並爭取資深檢驗人員赴國外考察研習及邀請國際專業人士來台演講及指導，不斷充實檢驗人員新知。

(三)檢驗設備

爲提昇檢驗結果之公信力，除加强檢驗人員專業知識外，尙需靠現代化之儀器設備輔助。爲此糧食局於本局及十五個管理處均設有檢驗室，並不斷充實現代化之檢驗設備。

(1)各檢驗室基本設備：

試驗用小型礱穀機、小型精米機、電子天平、樣品均分器、各式水分測定器、米粒透視器、攜帶式精米機、米質鑑定板等。

(2)另配合各管理處業務之需求，部分檢驗室配置有糙米品質判別機、小樣品濕穀快速烘乾機、散裝穀物取樣器、白度計、單顆粒水分測定器等，以協助檢驗工作之進行。並將陸續採購近紅外線分析儀及食味計等儀器。

㈣稻米檢驗法規及檢驗業務

1.稻米檢驗法規

法治國家一切講求依法行事，國外先進國家對於農產物品質檢查均訂定法律管理；如日本之「農產物檢查法」，美國之「The United States Grain Standards Act」，並由農政部門掌理該項業務，我國迄今尙無專門之法令可供遵循，僅散見於其它相關法規內(附件一)。

2.檢驗業務

(1)衛生安全檢驗

衛生安全主要係以「食品衛生管理法」訂定之標準爲檢驗依據。近年來糧食局於每一期作公糧經收結束後，按各地區生產量比例，自全省十五個管理處所轄之公糧倉庫，抽取當期稻穀樣品，送有關單位檢驗稻米中重金屬含量及農藥殘留量；每月自市場抽取接受糧食局輔導生產之小包裝ＣＡＳ特級良質米樣品，檢測重金屬（鎘、汞）、黃麴毒素及農藥殘留量。出口稻米則依「商品檢驗法」之規定，由商品檢驗局應買賣雙方或任何一方之申請辦理。

(2)品質規格檢驗

對於品質規格之檢驗管理，目前尙無法源依據，主要以糧食局各項行政規定辦理。公糧稻穀經收之檢驗，由糧食局各公糧委託倉庫依「台灣省政府收購農民稻穀作業要點」辦理，檢驗稻穀容重量、水分及夾雜物；糧食局對各委託加工廠加工之各項撥售食糧（軍糧、機關學校糧、專案糧等）之驗收，係依「公糧食米驗收作業要點」規定標準，檢驗其水分、屑米、碎粒、被害粒、異型粒、稻穀及夾雜物等之含有率。對出口食米另定有「加工外銷白米品質規格」標準，並由糧食局接受商品檢驗局委託代施檢驗。市售各項食米（小包裝白米、特級良質米、以及ＣＡＳ特級良質米）糧食局均訂有管理要點規範，每月不定期對市售及工廠庫存之成品抽樣，檢驗各項品質規格。惟現行各項品質規格標準繁複，消費者容易混淆，爲統一各等級規格標準，中央標準局已修訂完成稻穀、糙米及白米各等級國家標準，糧食局據此著手修訂各項行政規定，使各級稻米之標準得以單純化。

(3)稻米分級檢驗之規劃

隨經濟的發展，國人消費習慣已逐漸轉變成追求高品質高價位及滿足基本需求、便宜就好等兩極化的趨勢。爲滿足不同消費群之需求，建立國人對國產稻米之信心及依賴性，提高國產稻米在開放後的稻米市場之競爭力，糧食局正致力推動稻米品質分

級制度，目前配合强化良質米產銷計畫，選擇部分良質米集團栽培區，自八十四年一期起，依據「良質米集團栽培區稻穀分級檢驗作業要點」及CNS國家稻穀分級標準(附件二)，開始示範辦理稻米分級檢驗及產銷(檢驗流程詳見附件三)，期能擴大不同品質稻米間之價差，維護生產者、消費者及農企業者之權益。

四、遭遇困難

台灣地區執行稻穀檢驗工作已有數十年歷史，推動稻米檢驗制度實施方案亦已經年，目前於公糧收撥業務訂有品質規格之檢驗及衛生安全抽檢，但對於佔國內稻米生產量約三分之二之民間自由買賣稻米，雖然訂有各種小包裝白米規格標準，但因乏法源等强制執行因素，執行上倍感困難。我國即將面臨稻米進口等重大衝擊，台灣地區應積極建立完善之稻米檢驗制度，以應國際化之競爭。綜觀台灣地區於建立稻米檢驗制度上，所面臨之瓶頸及突破之困難如下：

1.法源欠缺：糧食管理法草案第十四條中已明訂「.....稻米品質應訂定分級檢驗標準，建立稻米檢驗制度。.....」，但該法迄未三讀通過，因此亦無法制定穀物檢驗實施辦法。由於缺乏法源依據之執行難具强制性，目前的檢驗工作多以輔導方式辦理，成效有限，亟待突破。

2.主管機關未明：有關國內食米品質之衛生安全檢驗工作，係由行政院衛生署主管，但對於國內流通食米品質檢驗業務，經濟部商品檢驗局及行政院衛生署均表示非其主管範圍及權責。而糧食局雖爲地方糧政主管機關，但因缺乏明確之法令規範依據，因而對於執行民間內銷食米之品質檢驗，亦無法著手辦理，亟需優先確立業務權責機關，以利工作推動。

3.未有專責檢驗之公、民營單位：稻米品質檢驗業務影響生產、交易、消費各方面至深，應有一專責政府機關負責規劃、督導、審核及檢驗工作。台灣省政府糧食局雖主管糧食之檢驗工作，但除本局成立專責單位（第五科）外，於地方執行單位（各地管理處），目前尙無相對等之辦理單位負責執行，亟待儘速成立專責單位。而對於稻米流通過程中，有關品質、數量等，則應有一介於政府與民間之中介性、中立性檢驗機構負責檢驗，並接受政府機關之監督，例如日本之穀物檢定協會。台灣地區若能成立類似民間機構，除可有效推行檢驗工作外，對政府預算、檢驗人力之負擔，均有正面助益。

4.檢驗人力與技術均有待提昇：由於法源依據與專責單位均付闕如，目前政府單位之檢驗人員均爲兼任，且人數明顯不足，亟待補充。糧食局目前已設立本局及所屬管理處檢驗人員之考試及培訓制度，但目前民間經收稻米機構之檢驗人員尙未能實施證照考試制度，檢驗成效較難掌握。應由政府機關規範檢驗人員資格，以提昇檢驗人員素質及檢驗結果之正確性。

5.檢驗技術與儀器設備需加强：稻米檢驗工作，除專業知識與累積之經驗外，面對科技的進展及配合國際化腳步，應積極研發本地稻米品質、儲藏、消費條件適用之檢驗方法與儀器，以加强檢驗之公平、客觀與公信力。例如開發乾、濕穀分級技術、品種鑑別技術、新鮮度(生產期別)判定技術、食味品質儀器檢定方法等。

五、未來展望

實施稻米檢驗制度爲目前糧政重要工作之一，展望未來，我們以下列各項工作爲中長程目標：

1.建立完整之穀物分級檢驗制度，開拓國內稻米分級產銷新秩序。

2.訂定穀物檢驗程序與方法，加强穀物檢驗人員檢驗判定標準訓練，以使穀物檢驗工作標準化，提昇檢驗之公信力及公權力。

3.逐年辦理全省稻米品質及衛生安全調查工作，以建立本省各地區、各年期稻米品質資料庫。

4.爭取設立國家穀物檢驗人員資格考試，建立穀物檢驗人員證照制度，以確保穀物檢驗人員技術水準。

5.建立國家級穀物品質檢驗研究及教育訓練中心，以開發品質檢驗技術，進行品質改進研究計畫及辦理檢驗人員教育訓練、消費者服務等工作。

6.配合糧食管理法之立法實施，全面實施國內流通稻米及進、出口穀物品質檢驗工作，以提昇穀物品質。

附件一

稻米檢驗、管理主要法規

類別 — 相關法規 — 規定項目

- 稻米管理法規
  - 檢驗
    - 衛生安全
      - 食品衛生管理法
        - 包裝
        - 風味與色澤
        - 黃麴毒素（10ppb）
        - 輻射線照射標準（1.0千格雷）
        - 殘留農要容許量
        - 重金屬限量標準（鎘0.5ppm，汞0.05ppm）
      - 商品檢驗法
        - 國產農產品　國家標準（CNS標準）
        - 輸出入產品　標準由主管機關訂定之
      - 標準法
      - 其它
    - 品質規格
      - 商品檢驗法
        - 國產農產品　國家標準（CNS標準）
        - 輸出入產品　標準由主管機關訂定之
      - 商品標示法
      - 標準法
      - 糧食管理法草案
      - 行政命令
        - 公糧
          - 收購稻穀作業要點(土地稅法第廿五條標準)
          - 公糧食米驗收標準
          - 各種撥售糧規格
        - 民糧
          - CAS特級良質米品質規格
          - 特級良質米標準(大姆指標誌)
          - 小包裝白米分級標準
  - 檢疫
    - 中華民國植物檢疫限制輸入規定
    - 商品檢驗法
    - 植物防疫法草案
  - 流通
    - 消費者保護法（→ 民糧）
    - 商標法（→ 民糧）
    - 違反糧食管理治罪條例
    - 糧商登記規則
    - 台灣地區進出口糧食及攜帶航程糧食管理辦法
    - 中華民國貨品進出口分類表
    - 糧食管理法草案

附件二、集團栽培良質米稻穀規格標準

1. 適用範圍：本標準適用於稉、秈稻。
2. 等　　級：本品分為二級，並應符合下表之規定。

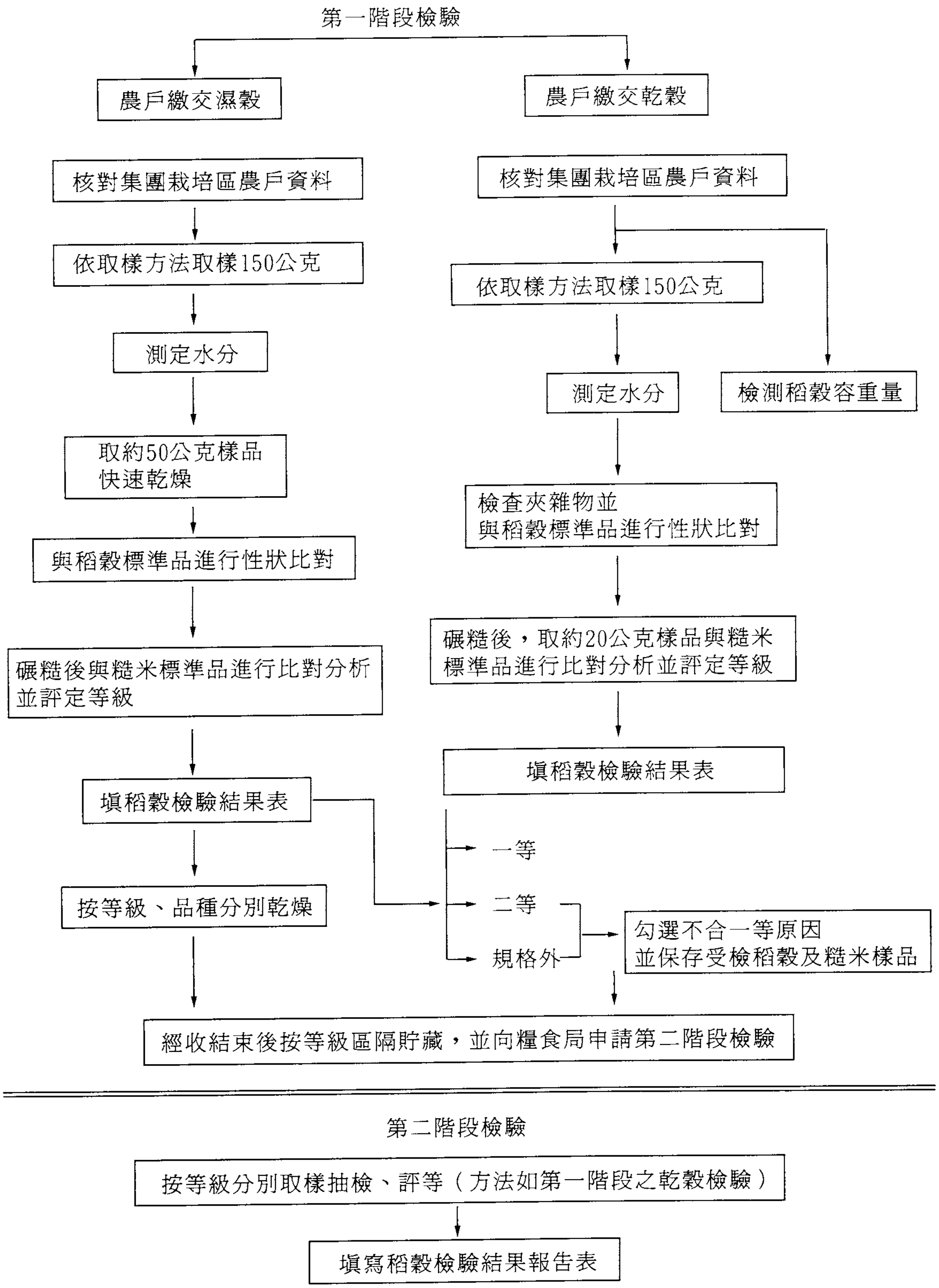
類型	等級	性狀	最低限度	最高限度								
			容重量（公克／公升）	水分%	被害粒、白粉質粒、異型粒、碎粒、屑米							夾雜物%
					總計%	變色粒%	發芽粒%	白粉質粒%	異型粒%	碎粒%	屑米%	
稉稻	一等	色澤鮮明 穀粒充實飽滿、粒型均一	560	14. 5	15	0. 2	0. 4	3	1	2	4	0. 2
	二等		530	14. 5	25	0. 5	0. 5	7	5	4	8	0. 5
秈稻	一等		520	14. 5	15	0. 2	0. 4	2	1	4	4	0. 2
	二等		490	14. 5	25	0. 5	0. 5	5	5	8	6	0. 5

備註：

1.上述表列之項目中被害粒、白粉質粒、異型粒，碎粒、屑米係以碾製之糙米樣品判定，惟被害粒尚應包括破損稻穀。

2.本標準係以ＣＮＳ稻穀標準為依據（水分含量除外）。

附件三、稻穀分級檢驗流程圖



在攝取高膽固醇下不同穀類爲醣類來源對大白鼠脂質代謝之影響

鄭心嫻　詹惠婷
台北醫學院保健營養學系

摘　要

本研究之目的是探討以在攝取高膽固醇下不同穀類爲醣類來源對大白鼠體內脂質代謝之影響，將Wistar品系之雄鼠隨機分成六組，分別餵予添加1% 膽固醇之玉米澱粉、秈米、粳米、糯米、小麥及燕麥等六種高膽固醇飼料，實驗進行四週後，分析血清三酸甘油酯、總膽固醇、高密度及低密度脂蛋白膽固醇，肝臟三酸甘油酯及總膽固醇，以及糞便中性固醇與總膽酸。結果顯示在高膽固醇情況下，與玉米澱粉組(對照組)比較，秈米組與粳米組有較低之血脂質($p<0.05$)。所有實驗組均有較對照組低之肝脂質及糞便中性固醇濃度，但以燕麥組最低，三種米類次之，小麥較高($p< 0.05$)。糞便總膽酸則爲秈米、小麥、燕麥組較對照組高($p<0.05$)。所有實驗組之肝臟總膽固醇濃度均較對照組低。糞便中性固醇排出量各實驗組均較對照組高($P<0.05$)；總膽酸排出量則是糯米、小麥及燕麥組較對照組高($P<0.05$)。由此結果可知在降低血清脂質方面以秈米及粳米效果最好。降低肝臟脂質堆積之效果在攝取高膽固醇時以燕麥效果最佳，米類次之，小麥再次之。

前　言

心血管疾病及其它因體內脂質狀況異常而引發的疾病在西方國家非常普遍，目前我們國人的罹患率也有日漸上升的趨勢。值得注意的是飲食中的成分如：醣類、脂質及膳食纖維等，均是影響脂質及膽固醇代謝的因子[1]。美國心臟協會 (AHA)及營養師協會 (ADA)建議應增高膳食中醣類的能量來源比例，尤應增加富含複合性多醣類食物的攝取量。在早期學者們研究多醣類與脂質代謝之關係時，多把焦點放在膳食纖維，但近年來學者們發現無法被腸道酵素消化分解的澱粉也具有相似的生理效應。穀類不僅富含澱粉，亦含有豐富的膳食纖維，可降低罹患心血管疾病的危險性[2, 3,4,5]。但不同的穀類有不同的性質和結構，所具有的物理化學特性及生理作用亦不相同。稻米向爲國人的主食，也是主要的醣類來源，因此稻米生理效應及其對國人健康的重要性是不容忽視的。本實驗的目的即在於比較在攝取高膽固醇下不同的穀類對脂質代謝的影響，採用的實驗材料包括國人最常食用的三種稻米—秈米 (俗稱在來米)、粳米 (俗稱蓬萊米)、糯米，以及西方國家最常食用的小麥及燕麥，探討這些穀類在攝取高膽固醇下對大白鼠生長及體內脂質代謝的影響。

材料與方法

一、材料

(一)穀類來源

秈米 (Indica rice)在來 1 號、粳米 (Japonica rice)臺農 67號、糯米 (Waxy rice)秈糯 1 號均由農業試驗所提供。小麥麵粉購自聯華公司。燕麥購自富元公司。

(二)動物品種

Wistar 品系雄鼠，購自臺大醫學院動物中心。

(三)飼料成份

玉米澱粉購自法國 Roquette Freres 62136 Lestrem, USP 級。大豆油(Soybean oil)購自統一公司。酪蛋白(Casein)、纖維素 (α -cellulose)、礦物質混合物 (AIN-76 mineral mixture)、維生素混合物(AIN-76 vitamin mixture)均購自 ICN Biochemicals Co.。甲硫胺酸(DL-methionine)、重酒石酸膽鹼(Choline bitartrate)、膽固醇 (Cholesterol) 均購自Sigma Co.。

二、方法

(一)穀類製備

精白米粉製備

秈米、粳米及糯米之稻穀，均在實驗室中以礪米機進行去殼、碾白的過程。稻穀去殼後得糙米，糙米經 25 秒碾白而成精白米。精白米加水以電鍋煮熟 (水：米 (W/W) = 1：1.1)，再於 60℃下熱風乾燥 16小時。以磨粉機磨成粉，並通過 40mesh (0.42 m/m) 的分析篩，得精白米粉。

熟麵粉製備

麵粉爲購自市面上之高筋麵粉。生麵粉加水(W/W = 2：1) 和成麵糰，桿成厚約 0.1 公分之麵皮，置入烤箱中以 130℃烘烤 20 分鐘。再以磨粉機磨成粉，並通過 40 mesh 的分析篩，得熟麵粉。

燕麥粉製備

燕麥爲購自市面上之熟燕麥片。於 60 ℃下熱風乾燥 16 小時。以磨粉機磨成粉，並通過 40mesh 的分析篩，得燕麥粉。

(二)穀類及飼料成份分析

水分、灰分、粗脂肪、粗蛋白質等一般成份分析依據 AOAC(6) 方法測定。總膳食纖維 (Total dietary fiber) 依據 Prosky 氏的方法(7)。精稱 1 克經正己烷萃取脂質後的樣品，置入 pH 值 6.0 之 50 mL Phosphate buffer 中，加入 0.2mL 之 α -amylase，於 95℃水浴加熱 30 分鐘。調整 pH值至 7.5，加入 5mg之 Protease，於 60℃水浴加熱 30 分鐘。接著調整 pH 值至 4.5，加入 0.3mL 之 Amylo- glucosidase，於60℃水浴加熱 30 分鐘後，加入95 % 酒精 280mL 使沈澱產生。經隔夜後以三片式漏斗過濾，並依序以 78% 酒精, 95% 酒精及丙酮分別清洗殘渣。所得殘渣烘乾至恆重，並測其灰份及蛋白質含量。以殘渣重量扣除其灰份及蛋白質含量即得總膳食纖維含量。並同時作空白實驗以爲對照。

㈢動物實驗

1.動物分組

Wistar 品系雄鼠 36 隻，平均體重 230 克，先以老鼠飼料 (Rodent Larboratory chow 5001)餵食 1週，使其適應環境。將大白鼠隨機分爲 6 組。均餵含 1% 膽固醇之高膽固醇飼料，以不同醣類來源分成以下 6 組飼料：高膽固醇玉米澱粉組(+C)、高膽固醇秈米組(+IR)、高膽固醇粳米組(+JR)、高膽固醇糯米組(+WR)、高膽固醇小麥組(+W)、高膽固醇燕麥組(+O)。實驗期爲時 4週。

2.飼料配製

首先將本實驗所用之各種穀類進行一般成份分析，結果如表一。飼料配製乃參考 AIN-76 Diet之配方[8,9]，其中醣類佔63%、蛋白質佔20%、油脂佔10%。凡是各穀類中不足之蛋白質及油脂由酪蛋白及大豆油補足。以使各實驗組之飼料所含之總熱量及三大營養素比例均相同。各組飼料配方組成如表二。飼料配製時，將少量營養素 (如礦物質、維生素等)，於小型攪拌器充分混合一小時。再與其它大量營養素及黃豆油混合，以大型攪拌器再攪拌一小時，使各成份均勻分佈。而後置於塑膠袋包裝密封並於 4 ℃冷藏。

3.餵食方法

大白鼠個別飼養於不銹鋼籠中，自由取食，充分給水。動物房室溫維持在22 ± 1 ℃，相對濕度 40～60 %。以自動定時器控制光照週期，06:00 - 18:00 爲光照期(Light period)，18:00 - 06:00 爲黑暗期 (Dark period)。每兩天更新飼料並記錄攝取量，每週記錄體重一次。

表一、實驗材料及飼料之成分分析

Table 1. Composition of the experimental ingredients* (%)

Ingredient	Moisture	Protein	Fat	Ash	T.D.F.**	Nitrogen-free extract#
Indica rice	8.97±0.04	8.66±0.04	0.44±0.02	0.48±0.01	3.01±0.25	78.40±0.40
Japonica rice	7.79±0.02	7.80±0.05	0.24±0.01	0.30±0.02	2.49±0.58	81.38±0.68
Waxy rice	7.91±0.02	8.73±0.11	0.76±0.01	0.64±0.05	1.20±0.25	80.76±0.44
Wheat	5.64±0.05	15.22±0.20	0.12±0.01	0.44±0.03	2.95±0.18	75.63±0.47
Oat	4.60±0.12	14.40±0.19	9.28±0.05	1.69±0.03	10.36±0.52	59.67±0.91
+ C	10.81±0.04	19.13±0.25	10.99±0.33	2.75±0.02	1.86±0.24	54.46±0.88
+IR	8.85±0.01	18.77±0.16	8.98±0.14	2.92±0.01	3.69±0.50	56.79±0.82
+JR	7.08±0.04	19.53±0.05	9.86±0.30	2.92±0.04	2.71±0.15	57.90±0.58
+WR	7.28±0.04	18.62±0.32	10.51±0.32	3.17±0.06	2.56±0.23	57.86±0.51
+ W	6.00±0.01	19.81±0.14	10.11±0.24	2.99±0.06	2.57±0.40	58.72±1.05
+ O	5.22±0.06	19.31±0.13	9.74±0.17	3.92±0.08	8.82±0.91	52.99±1.35

* All values are mean ± S.D. (n=3)

** T.D.F.: Total dietary fiber are measured by Prosky's method.

Nitrogen-free extract =100-(Moisture + Protein + Fat + Ash + TDF)

表二、實驗老鼠飼料配方組成

Table 2. Composition of the test diets for rats* (%)

Group**	+C	+IR	+JR	+WR	+W	+O
Ingredient						
Corn starch	63	-	-	-	-	-
Indica rice	-	69. 3	-	-	-	-
Japonica rice	-	-	68. 5	-	-	-
Waxy rice	-	-	-	69. 6	-	-
Wheat	-	-	-	-	74. 4	-
Oat	-	-	-	-	-	82. 5
Casein	20	14. 0	14. 7	13. 9	8. 7	8. 1
Soybean oil	10	9. 7	9. 8	9. 5	9. 9	2. 4
Mineral mixture#	3. 5	3. 5	3. 5	3. 5	3. 5	3. 5
Vitamin mixture##	1	1	1	1	1	1
α -cellulose	1	1	1	1	1	1
Cholesterol	1	1	1	1	1	1
DL-methionine	0. 3	0. 3	0. 3	0. 3	0. 3	0. 3
Choline bitartrate	0. 2	0. 2	0. 2	0. 2	0. 2	0. 2

* Energy : 430 kcal / 100 g

** + C : Corn starch diet + 1% Cholesterol

+IR : Indica rice diet + 1% Cholesterol

+JR : Japonica rice diet + 1% Cholesterol

+WR : Waxy rice diet + 1% Cholesterol

+ W : Wheat diet + 1% Cholesterol

+ O : Oat diet + 1% Cholesterol

AIN76 Mineral mixture

AIN76 Vitamin mixture

4.樣品收集處理

(1)血清

實驗 I 之第 4 週，將大白鼠禁食一夜(12 小時) ，隔天自腹腔注射 10 % Sodium pentobarbital，待老鼠痲醉後解剖，自下腔動脈抽取血液，在室溫下靜置 45 分鐘後，使用離心機於 4000 xg 下離心 15 分鐘。儲存於 -70 ℃ 之冷凍櫃留待分析。

(2)肝臟

採血完畢後，取下肝臟，以 0.9% 生理食鹽水清洗，剝除多餘結締組織，再以濾紙拭淨後稱重，以鋁箔紙包住，迅速置入液態氮中急速冷凍，以夾合袋密封，儲存

於 -70 ℃ 之冷凍櫃留待分析。

(3)糞便

實驗 I 之第 4 週，每兩天收集一次糞便，稱得濕重，置入夾合袋中，以液態氮急速冷凍，儲存於 -20 ℃ 之冷凍櫃，留待分析。

5.樣品分析

(1)血清成分分析

1)血清三酸甘油酯含量測定

採用 Fully-enzymatic GPO-PAP法(10)。利用四種酵素：Lipase、Glycerokinase、Glycerol-3-phosphate oxidase 及 Peroxidase依次與 Triglyceride 作用，最後產生淡紅色之 4-(o-benzoquinonemonoimine) phenazon，在 500 nm 波長下測其吸光度。

2)血清總膽固醇含量測定

採用 Enzymatic CHOD-PAP 法(11)。利用Cholesterol esterase、Cholesterol oxidase 及 Peroxidase 與樣品中之 Cholesterol、Cholesterol ester 作用，產生淡紅色的 Quinonoimine，在 500nm 波長下測其吸光度。

3)血清高密度脂蛋白膽固醇含量測定

利用Phosphotungstic acid與Magnesium 之作用使VLDL，LDL 沉澱下來，以 4000 xg 離心15分鐘，其上清液含有HDL，再採用CHOD-PAP(11) 法測其高密度脂蛋白膽固醇含量。

4)血清低密度脂蛋白膽固醇含量測定

利用Heparin 與Sodium citrate作用，將 LDL沉澱下來，以4000 xg離心15分鐘，其上清液含有VLDL，再採用 CHOD-PAP(11)法，以總膽固醇值扣除上清液膽固醇值，即為低密度脂蛋白膽固醇含量。

(2)肝臟成分分析

1)肝臟脂質分析前處理

將冷凍的肝臟取出解凍，依 Folch氏法(12)，剪取定量肝臟組織，加入20mL萃取液 (Chloroform : Methanol = 2:1, v/v)，在冰浴中以均質機磨碎後，以濾紙過濾之，加入 4mL 0.05% 氯化鈣 (w/v) 清洗濾液，定量，並收集於樣品瓶中儲存。

2)肝臟三酸甘油酯含量測定

精確量取肝臟脂質萃取液於玻璃螺蓋試管，依 Soloni氏法(13)，經萃取、皂化、中和後，利用 Sodium metaperiodate solution 和 Sodium m-arsenite solution 的氧化還原反應，以 Acetyl-acetone reagent 進行呈色反應，在 415 nm 波長下測定吸光度，並同時與 Triolein standard solution 比對，求得肝臟中三酸甘油酯含量。

3)肝臟總膽固醇含量測定

肝臟脂質之萃取液依 Carlson 和 Goldfarb 氏法(14)處理，依CHOP-PAP 法(11)，利用 Cholesterol esterase、Cholesterol oxidase 及 Peroxidase 與樣品中之 Cholesterol、Cholesterol ester 作用，產生淡紅色的 Quinonoimine，在 500 nm波長下測其吸光度。

(3)糞便成份分析

1)糞便前處理

將收集之糞便置於 60℃熱風乾燥 20小時。以磨粉機磨成粉，並通過40mesh篩子，置入夾合袋密封，於 -20℃冷凍櫃儲存。

2)糞便總中性固醇萃取

依據 Folch 氏法(12) 萃取糞便脂質。精稱定量糞便粉末，加入適量萃取溶劑 (Chloroform: Methanol = 2:1, v / v) 萃取之，以濾紙過濾後，於濾液中加入 0.05% 氯化鈣 (w/v) 以純化濾液，定量，收集於樣品瓶中。

3)糞便總中性固醇含量測定

取糞便脂質萃取液依Carlson及 Goldfarb 氏法(14)，加入含 Triton -X100 之丙酮溶液。真空濃縮後採用 Enzymatic CHOD-PAP 法(11)，產生淡紅色的 Quinonoimine，於 500nm波長下測其吸光值。

4)糞便總膽酸萃取

定量糞便粉末，加入 95% Ethenol萃取，將上清液真空濃縮乾燥。再加入 Petroleum ether，去除上清液，將殘渣真空濃縮乾燥。最後再加入 Methanol 溶解之，定量，收集至樣品瓶。

5)糞便總膽酸含量測定

依 Mashige 氏法(15)，利用 3 - α -Hydroxy-steroid dehydrogenase 及 Diaphorase 與 bile acids作用，產生藍紫色 Formazan 衍生物，在546 nm 下測其吸光值。

三、統計分析

所有數據先經過 SAS 系統之 One-Way ANOVA 變異數分析進行處理，具有顯著差異者再以 Duncan's multiple range test 作組間差異比較。

結　果

一、穀類及飼料成份分析

結果如表一所示。其中以小麥麵粉及燕麥所含之蛋白質量最高，燕麥所含之脂肪量最高。灰份以燕麥組最高。總膳食纖維以燕麥最高，糯米最低。無氮抽出物以燕麥最少。在配製飼料時，依每種實驗材料所含之蛋白質及脂肪量，調整酪蛋白及黃豆油之添加量，以使各組飼料之總熱量及三大營養素比例均相等，依此分析之結果設計出各實驗之各組飼料配方，如表二。

二、動物實驗

高膽固醇情況下，以不同穀類為醣類來源對大白鼠之影響。 (一)體重變化及飲食狀況

在高膽固醇情況下，以不同穀類為醣類來源，各組大白鼠之最終體重、體重增加均無顯著差異 (P>0.05) 。飼料攝取量及餵食效率 (Feed efficiency) 亦無差異 (P>0.05) 。

(二)血清脂質濃度

1.血清三酸甘油酯濃度

血清三酸甘油酯濃度如表三所示。燕麥組顯著較玉米澱粉組及其它實驗組高 (P

<0.05)。其它實驗組與玉米澱粉組無差異，但秈米組除比燕麥組低，亦顯著比糯米組及小麥組低(P<0.05)。

2.血清膽固醇濃度

血清總膽固醇濃度如表三所示。秈米組及粳米組顯著較玉米澱粉組及糯米組低(P<0.05)。尤其是秈米組並且顯著低於小麥組及燕麥組。此結果顯示大白鼠在高膽固醇情況下，攝食秈米及粳米較能有效防止血清總膽固醇濃度上升。

血清高密度脂蛋白膽固醇濃度如表四。秈米組顯著低於玉米澱粉組(P< 0.05)，亦比其它實驗組低。糯米組除比秈米組高之外，亦顯著高於小麥組及燕麥組(P<0.05)，顯示糯米雖無降低血清總膽固醇之效果，但可使高密度脂蛋白膽固醇濃度較高。

血清低密度脂蛋白膽固醇濃度如表四。秈米組及粳米組顯著較玉米澱粉組、小麥組、燕麥組低(P<0.05)。此結果顯示秈米及粳米在高膽固醇狀況之下能有效防止血清總膽固醇濃度上升，可能即是因爲防止低密度脂蛋白膽固醇上升之故。

高、低密度脂蛋白膽固醇濃度之比值如表四。各實驗組與玉米澱粉組均無差異(P>0.05)。但粳米組顯著高於燕麥組。

由以上結果顯示，在防止血清脂質上升方面，秈米及粳米有較好之效果。

(三)肝臟重量及脂質濃度

肝臟重量如表五所示。以玉米澱粉組的肝臟重量顯著最重，秈米組最輕，其它實驗組居中(P<0.05)。肝臟三酸甘油酯含量表五所示。玉米澱粉組之肝臟三酸甘油酯總含量最高，燕麥組最低，其它實驗組居中 (P<0.05)。顯示在大白鼠攝食高膽固醇飲食之情況下，燕麥最能有效防止肝臟三酸甘油酯堆積，其它穀類的效果其次。肝臟總膽固醇含量如表五所示。肝臟總膽固醇濃度以玉米澱粉組顯著最高，小麥組其次，三個米類組再其次，而燕麥組最低(P<0.05)。顯示在攝取高膽固醇飲食之狀況下，燕麥最能有效防止肝臟總膽固醇堆積，三種米效果其次，小麥再其次。

表三、大白鼠血清三酸甘油酯及總膽固醇濃度

Table 3. Serum triglyceride and total cholesterol concentrations of rats*,**

Group#	Serum triglyceride (mg/dL)	Serum total cholesterol (mg/dL)
+ C	110.96±15.14^{bc}	117.68±16.11^{a}
+IR	86.92± 2.24^{c}	85.56±11.19^{c}
+JR	98.23± 8.05^{bc}	88.94±16.73^{bc}
+WR	124.72±27.16^{b}	112.36±26.83^{a}
+ W	117.20± 7.25^{b}	109.79±19.99^{ab}
+ O	180.92±46.88^{a}	107.63± 9.54^{ab}

* All values are mean ± S.D. (n=6)

** Values with different superscipts of a, b, c in the same column are significantly different from one another at p < 0.05 as determined by Duncan's Multiple Range Test.

Same as Table 2.

表四、大白鼠血清高密度、低密度脂蛋白膽固醇濃度及其比值

Table 4. HDL-cholesterol and LDL-cholesterol concentrations and HDL-C / LDL-C ratio in the serum of rats*,**

Group#	Serum HDL-cholesterol (mg/dL)	Serum LDL-cholesterol (mg/dL)	HDL-C / LDL-C## ratio
+ C	63.50± 7.19[ab]	51.35±10.12[a]	1.49±0.29[ab]
+IR	47.25± 5.06[c]	31.13± 7.60[b]	1.66±0.42[ab]
+JR	64.25±11.22[ab]	29.96± 7.78[b]	1.81±0.35[a]
+WR	69.81± 7.71[a]	40.55±11.34[ab]	1.57±0.32[ab]
+ W	56.92± 3.99[b]	43.48±13.24[a]	1.41±0.33[ab]
+ O	58.42± 5.33[b]	45.89± 8.10[a]	1.34±0.14[b]

* All values are mean ± S.D. (n=6)

** Values with different superscipts of a, b, c in the same column are significantly different from one another at p < 0.05 as determined by Duncan's Multiple Range Test.

Same as Table 2.

HDL-C / LDL-C ratio : HDL-cholesterol concentration / LDL-cholesterol concentration ratio

(四)糞便組成及總中性固醇、總膽酸含量

糞便重及水份含量如表六所示。糞便濕重以燕麥組顯著最高，其它實驗組居中，玉米澱粉組最低(P<0.05)。糞便乾重亦以燕麥組顯著最高，三種米類其次，小麥再其次，玉米澱粉組最低(P<0.05)。此結果顯示與玉米澱粉比較之下，各種實驗用的穀類均有糞便增量之效果，尤以燕麥最顯著，三種米及小麥其次。糞便水份含量以燕麥組最高，小麥組其次，三種米類組再其次，玉米澱粉組最低 (P<0.05)。顯示燕麥最能使糞便含水量增加，小麥效果其次，三種米再其次。糞便粗脂肪、蛋白質及灰份含量如表七所示。糞便粗脂肪含量以粳米組及糯米組最高，小麥組其次，燕麥組及玉米澱粉組再其次，秈米組最低(P< 0.05)。糞便粗蛋白質含量爲秈米組＞糯米組＞粳米組＞小麥組及燕麥組＞玉米澱粉組(P<0.05)。糞便粗灰份爲秈米組＞玉米澱粉組＞小麥組＞粳米組及糯米組＞燕麥組(P<0.05)。由結果顯示秈米組之糞便因粗脂肪相對含量較低，故粗蛋白質及粗灰份相對含量較高。糞便總中性固醇含量如表八所示。在每日排出量方面僅燕麥組顯著較玉米澱粉組低(P<0.05)，其餘實驗組與玉米澱粉組並無差異。在排出濃度方面則爲所有實驗組均較對照組低(P<0.05)，顯示這些穀類均具有稀釋糞便總中性固醇濃度之效果。糞便總膽酸含量如表八所示。糞便總膽酸之排出濃度及每日排出量均是秈米組、小麥組及燕麥組較玉米澱粉組高 (P<0.05)。

表五、大白鼠肝臟重量、三酸甘油酯及總膽固醇濃度

Table 5. Liver weight, triglyceride and total cholesterol concentrations of rats*,**

	Liver weight		Liver triglyceride		Liver total cholesterol
Group#	(g)	(mg/g)	(mg/whole liver)	(mg/g)	(mg/whole liver)
+ C	14.98±1.48^{a}	76.24±11.42^{a}	1160.54±264.38^{a}	52.44±9.00^{a}	786.84±185.06^{a}
+IR	11.13±1.01^{c}	68.08± 7.21^{ab}	760.26±126.59^{b}	29.24±2.93^{c}	347.99± 52.29^{c}
+JR	12.08±0.64^{bc}	55.47± 9.15^{c}	662.85±122.66^{bc}	28.60±3.53^{c}	341.64± 47.36^{c}
+WR	13.41±1.13^{b}	59.72± 9.75^{bc}	788.57±104.81^{b}	27.47±3.61^{c}	366.25± 58.05^{c}
+ W	13.52±1.48^{b}	60.10± 6.11^{bc}	817.07± 97.49^{b}	35.05±3.77^{b}	485.95± 98.46^{b}
+ O	12.60±1.05^{b}	43.67± 4.90^{d}	562.62± 61.42^{c}	19.75±3.68^{d}	245.42± 44.48^{c}

* All values are mean ± S.D. (n=6)

** Values with different superscipts of a, b, c in the same column are significantly different from one another at $p < 0.05$ as determined by Duncan's Multiple Range Test.

Same as Table 2.

表六、大白鼠糞便重及水份含量

Table 6. Fecal weight and moisture content of rats*,**

Group#	Fecal wet weight (g/day)	Fecal dry weight (g/day)	Fecal Moisture (%)
+ C	1.02±0.04^{c}	0.91±0.10^{d}	14.87±1.69^{d}
+IR	1.50±0.15^{b}	1.21±0.10^{b}	18.64±1.77^{c}
+JR	1.35±0.08^{b}	1.12±0.06^{bc}	16.69±2.58^{cd}
+WR	1.36±0.12^{b}	1.11±0.12^{bc}	16.78±1.68^{cd}
+ W	1.36±0.06^{b}	1.08±0.03^{c}	21.89±2.74^{b}
+ O	2.05±0.18^{a}	1.55±0.16^{a}	26.45±3.83^{a}

* All values are mean ± S.D. (n=6)

** Values with different superscipts of a, b, c in the same column are significantly different from one another at $p < 0.05$ as determined by Duncan's Multiple Range Test.

Same as Table 2.

表七、大白鼠糞便粗脂肪、蛋白質及灰份含量

Table 7. Fecal crude fat, protein and ash contents of rats*,**

Group#	Fecal crude fat (%)	Fecal crude protein (%)	Fecal crude ash (%)
+ C	15.64±0.09[c]	20.47±0.16[e]	21.86±0.08[b]
+IR	14.93±0.10[d]	25.70±0.30[a]	22.60±0.21[a]
+JR	18.94±0.54[a]	23.11±0.14[c]	18.58±0.07[d]
+WR	18.75±0.25[a]	24.82±0.14[b]	18.17±0.22[d]
+ W	16.84±0.10[b]	22.70±0.01[d]	19.16±0.13[c]
+ O	16.05±0.06[c]	22.73±0.10[d]	17.68±0.21[e]

* All values are mean ± S.D. (n=6)

** Values with different superscipts of a, b, c in the same column are significantly different from one another at $p < 0.05$ as determined by Duncan's Multiple Range Test.

Same as Table 2.

表八、大白鼠糞便總中性固醇及總膽酸濃度

Table 8. Fecal total neutral steroids and total bile acids concentrations of rats*,**

Group#	Fecal total neutral steroids (mg/g)	Fecal total neutral steroids (mg/day)	Fecal total bile acids (μ mole/g)	Fecal total bile acids (μ mole/day)
+ C	92.99± 5.81a	82.37± 7.86a	6.60±0.77c	5.87±0.66c
+IR	66.22± 4.84d	77.61±13.31a	9.45±0.55b	11.10±1.52b
+JR	79.72± 6.71bc	86.11±13.57a	7.76±0.62c	8.01±0.59c
+WR	73.01± 5.49cd	87.41± 8.24a	6.66±0.42c	7.87±0.84c
+ W	81.58±10.42b	87.89±11.69a	11.05±1.90a	12.27±2.41b
+ O	30.86± 4.29e	51.76± 9.74b	12.31±1.44a	20.01±3.23a

* All values are mean ± S.D. (n=6)

** Values with different superscipts of a, b, c in the same column are significantly different from one another at $p < 0.05$ as determined by Duncan's Multiple Range Test.

Same as Table 2.

(五)脂肪、蛋白質消化率

如表九所示。脂肪消化率以玉米澱粉組最高，秈米組及小麥組其次，粳米組及糯米

組再其次，燕麥組最低(P<0.05)。蛋白質消化率為對照組＞粳米組及小麥組＞糯米組＞秈米組＞燕麥組。由以上結果顯示，在高膽固醇狀況下，以燕麥為醣類來源會使脂肪及蛋白質消化率最低，其它實驗組居中，對照組因排出脂肪及蛋白質量較少，故消化率最高。

表九、大白鼠脂肪及蛋白質消化率

Table 9. Digestibility of fat and protein in rats*,**

Group#	Fat digestibility (%)	Protein digestibility (%)
+ C	92. 89±0. 04[a]	90. 70±0. 07[a]
+IR	90. 96±0. 06[b]	84. 44±0. 18[d]
+JR	89. 43±0. 30[c]	87. 11±0. 08[b]
+WR	89. 58±0. 14[c]	86. 21±0. 08[c]
+ W	90. 94±0. 06[b]	87. 79±0. 01[b]
+ O	87. 55±0. 05[d]	82. 36±0. 08[e]

* All values are mean ± S.D. (n=6)

** Values with different superscipts of a, b, c in the same column are significantly different from one another at $p < 0.05$ as determined by Duncan's Multiple Range Test.

\# Same as Table 2.

討　　論

一、不同穀類對血清脂質之影響

在血清膽固醇方面，秈米及粳米這兩種直鏈澱粉含量較高之米，均有降低大白鼠血清總膽固醇及血清低密度脂蛋白膽固醇之效果，此結果與本實驗室前人所提出粳米精白米可使大白鼠血清膽固醇濃度降低之結果相似[16,17]。1989年 Behall等人[18] 及 1992 年 Amelsvoort 等人[19]均於人體實驗發現，直鏈澱粉含量高之澱粉，有降低血清膽固醇之效果。而 1982 年 Demigne 等人[20]及 1992年 Morand 等人[21]亦於大白鼠實驗發現，無法消化之澱粉或直鏈澱粉含量高的澱粉，可使大白鼠血清膽固醇濃度降低。直鏈澱粉在加工貯存之過程亦產生老化現象，而此老化之澱粉因不易被消化，故形成難消化澱粉[22]。難消化澱粉具有許多類似膳食纖維的生理效應，其中之一即為可降低血清脂質。有學者認為可能的機制是因難消化澱粉被腸道微生物利用產生揮發性脂肪酸，由腸壁細胞吸收後經腸肝循環運送至肝臟，會抑制肝臟中膽固醇合成酵素：HMG-CoA reductase之活性，減少膽固醇合成；亦可能是難消化澱粉於腸道中結合膽酸及內生性固醇排出體外，使體內膽固醇濃度降低[20]。部份學者則認為精白米抑制血糖及胰島素濃度上升，可能即可抑制體內脂質合成。1986年 Sidbury等人發現白米澱粉比玉米澱粉較不易使餐後血糖濃度上升(23)，而1984年Goddard 等人則發現，即使同為精

白米，但直鏈澱粉含量愈高者，愈不易使餐後血糖及胰島素濃度上升[24]。1991年Leonora等人認爲精白米抑制餐後血糖、胰島素上升的效果須視直鏈澱粉含量而定，其原因可能是因直鏈澱粉老化後會阻礙消化，使吸收延緩之故[25]。當血糖及胰島素濃度上升，會促進血液中之葡萄糖進入細胞行醣解作用，並使Pyruvate dehydrogenase 活性提高，則使乙醯輔 A(Acetyl - CoA)濃度增加，故膽固醇及脂質合成材料增加。血糖及胰島素濃度上升也會使肝臟細胞中之 Acetyl-CoA carboxylase 活性提高，促進肝臟的脂質合成[26]。

玉米澱粉組飼料中蛋白質全爲動物蛋白質。燕麥、米及小麥主要成分爲澱粉其次爲蛋白質，而其各配製之飼料中蛋白質只含部分動物蛋白質。此爲造成玉米澱粉組有較高血清膽固醇原因之一。

本研究結果有燕麥組有升高血清三酸甘油酯趨勢，前人探討燕麥對血清三酸甘油酯影響的研究很少，1984 年 Storch等人指出血清三酸甘油酯濃度不受燕麥飲食之影響[27]。而燕麥對血清膽固醇均無影響，此結果與本實驗室前人所得結果相符[16]。

二、不同穀類對肝臟脂質之影響

燕麥爲具有最佳之防止肝臟膽固醇及三酸甘油酯堆積效果之穀類。Anderson等人過去之實驗結果即發現燕麥可有效降低肝臟脂質含量[28,29]。可能的作用機制是燕麥含有高量的水溶性膳食纖維，具有各種降低體內脂質之生理功能，包括：改變腸道膽固醇吸收和代謝；在腸道中結合膽酸增加膽酸排出體外；被腸道微生物利用形成短鏈脂肪酸，抑制肝中膽固醇合成等[26]。燕麥組在攝食高膽固醇狀況下，可最有效預防脂質堆積。

秈米、粳米及糯米有預防肝臟三酸甘油酯及膽固醇堆積之效果，與本實驗室前人發現精白米可預防肝臟脂質堆積之結果相似[16]。

小麥亦有較玉米澱粉好之降低肝臟脂質的效果。由於小麥組之飼料總膳食纖維量及糞便排出量均較對照組高，故推測其加工之過程產生不易消化之澱粉，有膳食纖維之效應。但效果不如米類顯著。

三、不同穀類對糞便總中性固醇及總膽酸之影響

在糞便總中性固醇方面，時僅燕麥組之糞便總中性固醇每日排出量較低，其餘各組與對照組無差異，但各種穀類均有較對照組好的稀釋糞便中性固醇濃度之效果，推測此乃因這些穀類所具有之膳食纖維有糞便增量之效果，故可稀釋糞便之中性固醇濃度[30]。

在糞便總膽酸方面，燕麥均排出高量之糞便總膽酸，此結果與 Story 等人之發現相符[31]，證實燕麥降低體內脂質的原因之一可能即爲增加糞便膽酸之排出。而秈米有增加膽酸排出效果，證實Demigne等人於1982 年提出之直鏈澱粉形成難消化澱粉後，可促膽酸排出之理論[20]。

四、不同穀類對糞便排出量之影響

本實驗所使用的穀類，以燕麥所含的膳食纖維量最高。三種米所含的膳食纖維量則與本身之直鏈澱粉量成正比，可能是因加工及貯存過程，含直鏈澱粉愈高的米，愈易老化產生難消化澱粉，而本實驗室所採用的膳食纖維測定法爲酵素重力法，測得之膳食纖維包括未被消化之澱粉在內，故會得到直鏈澱粉含量愈高的米，其膳食纖維含量亦愈高之結果。由分析結

果可看出所配製的各組實驗飼料所含之總膳食纖維量，均與該組所使用之穀類原本即具有之總膳食纖維量成正比，各組大白鼠每日糞便排出量亦與各組實驗飼料之總膳食纖維量成正比，即飼料中所含的膳食纖維量愈高，該組大白鼠所排出之糞便量亦愈高。此結果印證了膳食纖維確實具有糞便增量之效果[30]。且糞便量爲燕麥組最高、對照組最低，其它實驗組居中之結果，與本實驗室前人所得之結果相似[16]。

五、不同穀類對蛋白質、脂肪消化率之影響

由實驗結果發現對照組之蛋白質、脂肪消化率均最高，燕麥則使消化率最低，其它實驗組居中，並且消化率與總膳食纖維量成反比，顯示總膳食纖維量愈高，會使脂肪及蛋白質消化率愈低。此結果與學者們所提出之膳食纖維減少脂肪、蛋白質消化吸收之結果相符[32]。再來米與燕麥的蛋白質消化率較低可能與再來米直鏈澱粉高而難消化澱粉多有關，與燕麥膳食纖維含量高有關。

六、不同穀類對可利用能量之影響

表一中無氮抽出物與傳統的意義不同，在此分析膳食纖維而非粗纖維。無論燕麥或燕麥組之膳食纖維量均爲最高，故其無氮抽出物最少。本試驗設計以無氮抽出物與膳食纖維爲醣類來源(表二)，故各組飼料之可利用能量(available energy)會因膳食纖維含量太高而降低。但由表十顯示，在高膽固醇情況下，以不同穀類爲醣類來源，各組大白鼠之最終體重、體重增加均無顯著差異(P>0.05)。在配製飼料時，依每種實驗材料所含之蛋白質及脂肪量，調整酪蛋白及黃豆油之添加量，以使各組飼料之總熱量及三大營養素比例均相等，依此分析之結果設計出各實驗之各組飼料配方，如表二。故各組飼料之可利用能量是接近的。

結　　論

由本研究結果可知在降低血清脂質方面以秈米及粳米效果最好。降低肝臟脂質堆積之效果在攝取高膽固醇時以燕麥效果最佳，米類次之，小麥再次之。

誌　　謝

承台灣省農業試驗所提供原料米，特申謝意。

參考文獻

1. Michiel, R. H., W. Lowik., J. k. Frans., O. Jacobus., W. Susanne., and F. M. Joanna: Nutrition and serum cholesterol levels among elderly men and women. J. Gerontology: Med. Sci. 46: M23-28 (1991).
2. James, W. A., and J. G. Nancy: Hypocholesterolemic effects of oat and bean products. Am. J. Clin. Nutr. 48: 749-753 (1988).
3.Jacqueline, K. H., P. N. Supriya., J. S. Brent., and P. F. Lawrence: Dietary fiber sources lower blood cholesterol in C57BL/6 mice. J. Nutr. 121:1360-1365 (1991).

4. Sheldon, R., S.P. Andrea., J. S. Daniel., P. Pankaja.,C. E. Kathleen., and J. C. John: Blood lipids, lipoproteins, and uric acid in men fed diets containing fructose or high-amylose cornstarch. Am. J. Clin. Nutr. 49: 832-839 (1989).

5. Anderson, T. A.: Effect of carbohydrate source on serum and hepatic cholesterol levels in the cholesterol fed rats. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 130: 884-887 (1969).

6. Association of Official Analytical Chemists.: Official Methods of Analysis, 13th ed.(1980)

7. Prosky, L., N. G. Asp., I. Fuda., J. W. Devries., T. F. Schweizer., and B. F. Harland: Total dietary fiber in foods. Enzymatic-Gravimetric Method. J. Ass. Offic. Anal. Chem. 73: 1105-1106 (1990).

8. Bieri, I. G., G. S. Stoew Sand., G.M. Briggs., R.W. Phillips., J. C. Woodard., and J. J. Knapka: Report of the American Institute of Nutrition and Ad Noc Committee on standards for nutritional studies. J. Nutr. 107: 1340 -1348 (1977).

9. Bieri, I. G., G. S. Stoew Sand., G.M. Briggs., R.W. Phillips., J. C. Woodard., and J. J. Knapka: Second report of the American Institute of Nutrition and Ad Noc Committee on standards for nutritional studies. J. Nutr. 110: 1726 (1980).

10.Mcgowan, M. W., J. D. Artiss., D. R. Strandbergh., and B. Zak: A peroxidase-coupled method for the colorimetric determination of serum triglycerides. Clin. Chem. 29: 538-542 (1983).

11.Richmond, W.: Preparation and properties of a cholesterol oxidase from Nocardia sp. and its application to the enzymatic assay of total cholesterol in serum. Clin. Chem. 19: 1350-1356 (1973).

12.Folch, J., M. Lees., and G. H. Sloane-Stanley: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226:497 -509 (1957).

13.Soloni, F. G: Simplified manual micromethod for determination of serum triglycerides. Clin. Chem. 17: 529-534 (1971).

14.Carlson, S. E., and S.Goldfabr: A sensitive enzymatic method for the determination of free and esterified tissue cholesterol. Clin. Chim. Acta. 79:575-582 (1977).

15.Mashige, F., N. Tanaka., A. Maki., S. Kamei., and M. Yamanaka: Direct spectrophotometry of total bile acids in serum. Clin. Chem. 27: 1352-1356 (1981).

16.謝孟志：稻米及其膳食纖維對老鼠體內脂質代謝之影響。台北醫學院藥學研究所食品化學組碩士論文 (1991).

17.蔣書娟：精白米及不同量米麩對大白鼠體內膽固醇代謝的影響。台北醫學院藥學研究所食品化學組碩士論文 (1992).

18.Behall, K. M., D. J. Scholfield., I. Yuhaniak., and J. Canary: Diets Containing high amylose vs amylopectin starch: effects on metabolic variables in human subjects. Am. J. Clin. Nutr. 49: 337-344 (1989). 19.Amelsvoort, J. M., and J. A. Weststrate: Amylose- amylopectin ratio in a meal affects postprandial variables in male volunteers. Am.J. Clin. Nutr. 55: 712-718 (1992).

20.Demigne, C.,and C. Remesy: Influence of unrefined potato starch on cecal fermentations and volatile fatty acid absorption in rats. J. Nutr. 112: 2227-2234 (1982).

21.Morand, C., C. Remesy., M. Levrat., and C. Demigne: Replacement of digestible wheat starch by resistant corn starch alters splanchnic metabolism in rats. J. Nutr. 122: 345- 354 (1992).

22.Berry, C. S.: Resistant starch : formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fiber. J. Cereal Sci. 4: 301-314 (1986).

23.Sidbury, J. B., Y. T. Chen.,and C. R. Roe: The role of raw starch in the treatment of type I Glycogenesis. Arch. Intern. Med. 146: 370-373 (1986).

24.Goddard, M. S., G. Young., and R. Marcus: The effect of amylose content on insulin and glucose responses to ingested rice. Am. J. Clin. Nutr. 39: 388-392 (1984).

25.Leonora, N. P., U. T. Lilian., and O. J. Bienvenido: Rice varieties with similar amylose content differ in starch digestibility and glycemic response in humans. Am. J. Clin. Nutr. 54: 871-877 (1991).

26.Anderson, J. W., and A. E. Siesel: Hypocholesterolemic effect of oat products. Adv. Exp. Med. Biol. 270: 17-36 (1990).

27.Storch, K., J. W. Anderson., and V.R. Young: Oat-bran muffins lower serum cholesterol of healthy young people. Clin. Res. 34:447-455 (1984).

28.Chen, W-J. L., J. W. Anderson., and M. R. Gould: Effects of oat bran, oat gum, and pectin on lipid metabolism of cholesterol fed rats. Nutr Rep. Int. 24: 1093-1100 (1981).

29.Jennings, C.D., K. Bdeyn., S. R. Brides., P.Wood.,and J. W. Anderson: A comparison of the lipid -lowering and intestinal morphological effects of cholestyramine, chitosan and oat gum in rats. Proc. Soc. Exp.Biol.Med. 189: 13-22 (1988).

30.Stephen, A. M. and J. H. Cummings: Mechanism of action of dietary fiber in the human colon. Nature. 284: 283-284 (1980).

31.Story, J. A., and D. Kritchevsky: Comparison of the binding of various bile acids , bile salts in vitro by several types of dietary fiber. J. Nutr. 106: 292-299 (1976).

32.Schneeman, B. O.: Dietary fiber. Food technol. Oct:133- 139 (1989).

33.Baba, N. H. Radwan, and T. V. Itallie: Effcet of casein versus soyprotein diets on body composition ans serum lipid levels in adult rats. Nutrition Research. 12:279- 288 (1992)

Different Cereals as Carbohydrate Sources Influence Lipid Metabolism of Rats Fed with Cholesterol-Containing Diets

Hsing-Hsien Cheng and Hui-Ting Chen

Shool of Nutrition and Health Sciences
Taipei Medical College

Abstract

This study was to investigate the effects of various cereals on lipid metabolism in rats. Thirty-six adult male Wistar rats were randomly divided into six groups, all of which were fed diets containing 1% cholesterol. The six groups included: Corn starch group (+C), Indica rice group (+IR), Japonica rice group (+JR), Waxy rice group (+WR), Wheat group (+W) and Oat group(+O). Rats were sacrificed after four-week feeding, and artery blood, liver and feces were collected. Analytical items included serum triglyceride, total cholesterol, HDL- cholesterol, LDL-cholesterol, liver triglyceride and cholesterol, fecal neutral steroids and bile acids. The results showed that +IR and +JR had lower serum lipid levels than +C ($p<0.05$). All groups had lower liver lipid and fecal neutral steroid concentration than +C: +O was lower than others, and +IR, +JR, +WR were lower than +W ($p<0.05$). +IR, +W, and +O had higher fecal bile acid content than +C ($p<0.05$). All groups had lower liver cholesterol concentration, ($p<0.05$). All groups had lower fecal neutral steroids content than +C ($p<0.05$).

Key Word: Cereal, Lipid metabolism, Wistar rat, Hypercholesterolemic

稻米品質—加工業者的觀點

陳 俊 雄
臺灣省白米加工公會

壹、小包裝米及分級銷售制度之沿革

筆者參與稻米加工的歷史已有三十餘年，台灣食米一向未有分級或品質上的要求，只有蓬萊米(梗稻)和在來米(秈稻)之分。至民國69年，行政院農發會（目前的農委會）與糧食局發覺飼料業者都已用小包裝，且飼料工廠的加工規模較大，而碾米廠卻停留在光復以前的設備，且米的銷售也停留在散裝階段，未對品質加以重視。基於此，農政與農糧單位在擴展小包裝的業務，第一批先選定五家廠商，筆者所經營的陸協碾米工廠且自創品牌的大橋牌亦爲這五家接受輔導廠商之一。

若只用小包裝來銷售，尙不足以達到提升品質的要求，所以必須重視分級制度；因此，筆者向糧食局等相關單位提議除推展小包裝外，也應配合分級制度。然民國72年省政府推廣精緻農業的政策欲遺漏稻米的項目，後經筆者發覺向省府主席邱創煥先生提出建議獲採納，再重新列入稻米項目並於民國73年訂定分級的標準，即標準（藍色）、一級（綠色）、特級（黃色）等三級的白米分級制度。

不過由於開始推行分級銷售時並沒有完善的準備，致使市面上的食米，不管是否有接受輔導，都使用黃色的標誌（特級小包裝米），甚至標明爲糧食局推廣、認定或認可等字樣。但糧食局的執行單位卻未加以管制，引起市面上銷售分級白米的混淆，消費者也不知從何選購，這個缺點一直延續至今。最近此問題受到政府單位的重視，致推行大姆指良質米和CAS良質米。居於業者立場，希望執行單位能掌握正確的政策方向，讓消費者知道什麼是好米以及知道如何選購白米。

貳、良質米之定義

自民國69年起推廣分級制度至今約有15年光景，而良質米的定義有許多專家、學者並不是很清楚。以筆者工廠所生產的大橋牌越光米（市面上最貴的米）爲例，一開始就強調要生產出高品質的稻米，並且願意教導農民生產又以高於市價五成的稻穀價格來收購，所以要吃好米且不怕貴的消費者就會來買。良質米的定義或品質上的認定，還需要借重學術專家來多研究，並告知業者與消費者。然最優良的白米在品質的認定上應符合四項要點：

1.良好的品種：用劣質的品種是無法播種出良質米的。
2.合宜的天然環境：適栽區的選定必須是無污染、氣候良好且水質和、土壤都適合水稻生產的地區。
3.栽培管理的技術：若只有上述的條件而沒有良好的栽培管理技術，易產生病變或其他的問題，所以除了有好的品種及地區外，尙需教導農民栽培管理的技術。
4.合適的加工：優良的稻穀尙需經過適溫烘乾、低溫儲藏及合適的加工，以減少碎米、

黃粒米和雜質等不利於品質的因素。

若這四項重要因素能有完善的施行，筆者認為良質米的推廣一定會有不錯的成果。

參、對稻米品質的探討

一、對稻米品種的選定及育種

於民國60年代稻米是供不應求，但現在國內稻米已經是生產過剩，而解決過剩的作法應是尋求優良品種而非高產量的品種，即以尋求能生產高品質的優良品種為第一優先。因此計劃生產的面積可以縮小，但品質一定要提高。

由於良質米至今尚未有明確的定義，而且消費者的需求不一；有人喜好硬質的，有人喜好軟質的、較Q的、口感好的，致培育符合消費者需求的優良品種是育種單位(或改良場)宜多加考量的，且品種之命名必須以俗名替代學名，使消費者及生產者（農民）容易分辨，並使良質米容易推廣，以培養國人喜愛國產良質米，不要等加入GATT或WTO後，國產米卻不敵進口米，那麼先前的努力就白費了。

二、對生產者(農民)栽培技術的指導

對農民的技術輔導是一定需要的，此有賴政府或學術單位予以指導，例如良質米有早生稻、中生稻及晚生稻，且品種的特性不一，這些都應讓農民了解；此外，病蟲害的預防、是否使用有機肥以及如何使用等都應該教導農民。

三、對經營者輔導及管理

現有接受强化良質米輔導的民間廠商及農會約有八十幾家，而此等廠商生產的品牌有幾家能獲得消費者之認同與肯定？據消費者文教基金會的調查，消費者對於有接受輔導廠商的品牌比沒有接受輔導廠商的品牌印象還差，也就是說消費者對良質米失去信心，所以既然要輔導就要進一步的管理，例如在品質以及經營之管理。

四、對消費者教育吃米觀念及宣傳

有許多消費者對政府輔導廠商的品牌已經失去信心，所以要如何教育消費者使其對稻米的品牌以及對標誌的認定有清楚的認識是非常重要的，如此才不致有「吃米不知米價」、「買米不會選別」的情形。此外，亦需將吃米的優點加以宣傳。

肆、糧食政策—有關稻米產銷方面的探討

由於台灣的氣候適合種植水稻，而其他作物的經濟效益也不一定比稻米好，所以希望政府單位在擬定糧食政策上能夠對稻米多加注意。在銷售方面，要先有一套完整的計劃來輔導和管理廠商，才能減少許多的後遺症。在生產方面，則是要走高品質的路線才能因應未來的需求。

伍、結　　語

提昇稻米品質是需要育種單位和學術單位來指導，且政府機關在糧食政策上要有正確的方向。例如對生產管理方面要有良好的指導和管理，如此才能對食米品質的提昇有幫助，否則稻米開放進口後，國產稻米淪為飼料米或出口至其他較未開發的地區，此對經濟效益和貿易的損失都是相當大的。

稻米的乾燥與加工

蕭 介 宗
台大農機系

1. 前 言

人工曬穀作業，隨著曬穀場日漸減少及勞力不足，目前雖仍佔26％，但會逐年降低。因乾燥機每年僅在收穫季節使用，使用率低、維護不易、穀塵污染控制不易等因素，農林廳從民國76年起，配合輔導良質米產銷計畫成立乾燥中心，自民國80年起農委會又陸續推動「穀物儲運設備及加工機械作業自動化」，以期建立稻穀收穫後處理之自動化，包括過磅、計價、品質檢定、乾燥、礱穀、儲存、精米、及包裝等一貫作業之自動化（如圖1）。目的在降低人工成本,維護加工稻米的品質，改善工作環境及增强決策經營與管理 (蕭等，1994)。目前已完成大甲鎮、後龍鎮、新營市、大安鄉、清水鎮、草屯鎮、豐原市及西螺鎮等8個農會稻穀收穫後處理自動化，而進行中尚有新市鄉、苑裡鎮、八德市、五結鄉及池上鄉等5個農會。本文僅將討論收穫後處理中有關乾燥及加工作業影響稻米的品質。

2.乾 燥

目前聯合收穫機採收的稻穀含水率太高，容易受黴菌的感染及稻穀本身吸收作用不適合儲藏及加工的條件，所以稻穀必須乾燥到13％的含水率才適合做爲長期的儲藏或到15－16％的含水率做爲良質米的加工。表1爲Tangonan and Jindal (1981)以15% 含水率的稻穀在儲藏溫度30℃，若以損失0.5% 乾物重做爲安全儲藏期，允許的安全儲藏期爲66天。

2.1 乾燥機的型式

台灣常見的稻穀乾燥機有箱式及循環式兩種 (蕭，1995)。箱式乾燥機之耗油率及胴裂率比循環式乾燥機高，而減乾率及乾燥均勻度比循環式低，因此目前在稻穀乾燥中心常使用循環式乾燥機圖2 (蕭，1994) 。美式的稻穀乾燥機有乾燥倉如圖3 (盧，1993)，蕭等(1994)曾引進類似乾燥倉試用於乾燥雜糧，但乾燥本省稻穀的資料尙缺。圖4 、圖5和圖6分別爲直交型稻穀乾燥機、混流型稻穀乾燥機、及2段同向稻穀乾燥機在本省均少見 (蕭，1994；Brooker et al. 1992)。

2.2 乾燥對米質的影響

乾燥對米質的影響包括碾米率、顏色、食味、發芽率等均有影響，分別敘述如下。

表1 乾物損失0.5% 時之稻穀安全儲藏期(天)

含水率 % (濕基)	溫度 (℃)	乾物損失 0.5%
10	10	220.0
10	20	182.0
10	30	161.0
10	40	153.0
10	50	140.0
15	10	123.0
15	30	98.00
15	30	66.00
15	40	41.00
15	50	36.00
20	10	23.00
20	20	14.00
20	30	8.000
20	40	5.000
20	50	4.000
25	10	16.00
25	20	8.000
25	30	5.000
25	40	3.000
25	50	2.000
30	10	13.00
30	20	6.000
30	30	3.000
30	40	1.000
30	50	1.000

2.2.1 碾米率

乾燥速率在不影響乾燥作業的條件下，乾燥速率愈低，胴裂率愈低，碾製整粒米率愈高。在考慮減乾率與乾燥作業時間的平衡點，0.7％／h以下之減乾率會有最高的整粒米率；減乾率若提高到1.4％／h，整粒米率可能減少5％(陳，1993a)。

洪等(1994)，報導台灣主要水稻品種間之平均完整米粒稻爲65.9％，秈稻爲58.3％，相差約7.6％。但不當的快速乾燥，影響完整米粒之效果可能相當於品種的差異，對碾米加工業者的收益影響至鉅。

陳(1993b)指出乾燥風量，乾燥對均化時間比，及乾燥溫度對減乾率及碾米率均有顯著的影響。在風量0.23－0.3CMM/kg，乾燥時間10分鐘及均化75分鐘，乾燥熱風溫度40℃時，

對碾整米率不會有影響，其他較高的乾燥溫度45℃及50℃高的乾燥均化時間15／70分均會減少碾整米率。

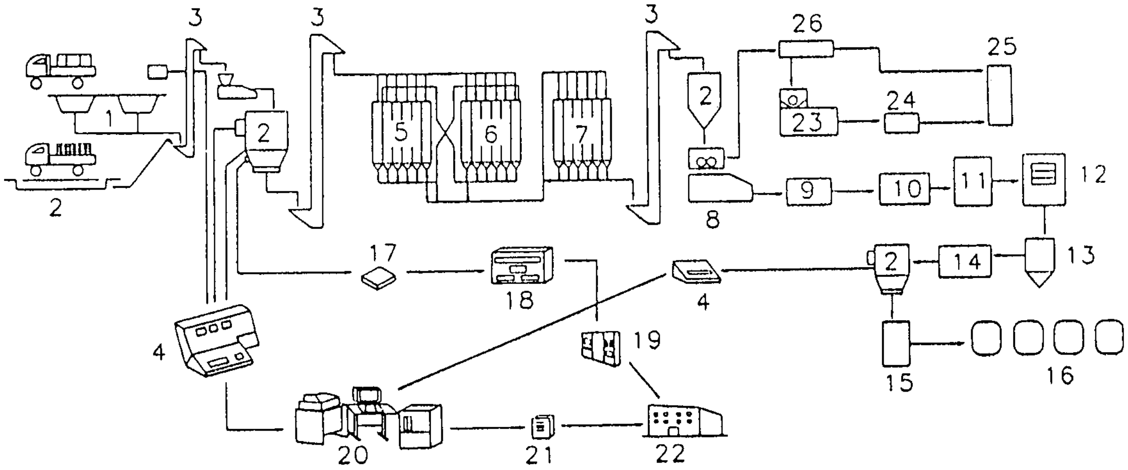
本省循環式的稻穀乾燥機常在熱風室停留10－20分，在均化室停留50－80分，熱風溫度約50℃，每一循環時間約在60－100分。在此條件下，減乾率每小時0.6－1.0％，國家乾燥機測試標準允許5％以下的重胴裂率。而胴裂率，對長粒稻穀除胴裂稻穀碾成碎米之外，另外可能有10％的完整穀粒也碾製成碎米。中粒稻穀碾製成碎米率約相當於胴裂率(陳，1981;陳，1983)。

2.2.2 顏　色

稻米變黃的原因，可能在乾燥前或乾燥過程之非酵素的變黃和黴菌的吸收有關(Phillips et al.， 1988; Brooker et al., 1992)。

2.2.3 食味及發芽率

Calderwood和Webb(1971)利用多段連續流動商業用乾燥機，稻穀溫度從38到50℃，均化時間從9到12小時，風量從160-99CMM/t，在乾燥室停留時間15－25分鐘等不同的乾燥處理作業對稻米的烹調品質沒有影響。



1.卸坑	10.選別機	19.全自主檢定裝置
2.數字秤	11.調質機	20.電腦及控制室
3.上升機	12.精米機	21.帳單
4.控制盤	13.白米儲存筒	22.農會
5.濕穀儲存筒	14.碎米選別機	23.稻穀粉碎機
6.乾燥機	15.自動包裝機	24.製品
7.乾穀儲存筒	16.小包裝白米	25.生產者
8.礱穀機	17.取樣機	26.稻殼倉
9.去石機	18.樣品乾燥機	

圖1 稻穀乾燥調製中心之示意圖

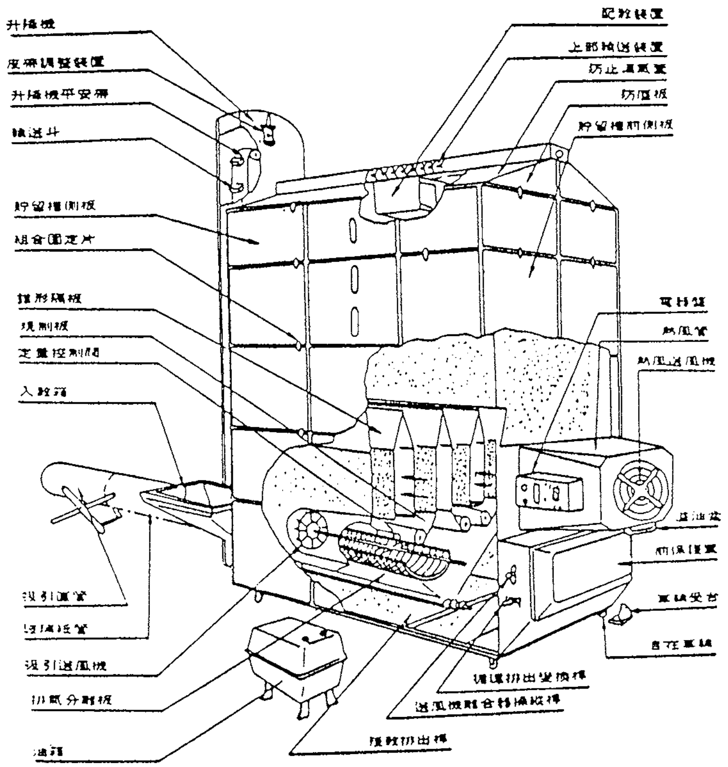


圖2 循環式稻穀乾燥機之結構圖

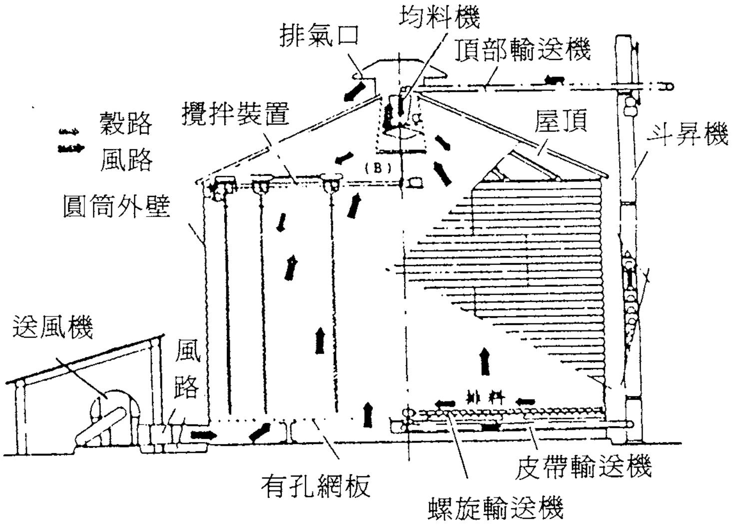


圖3 乾燥倉

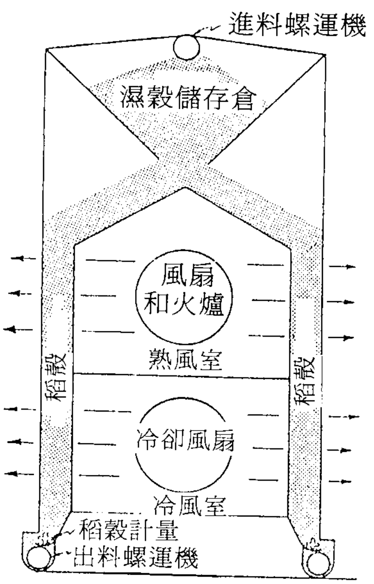


圖4 直交型稻穀乾燥機

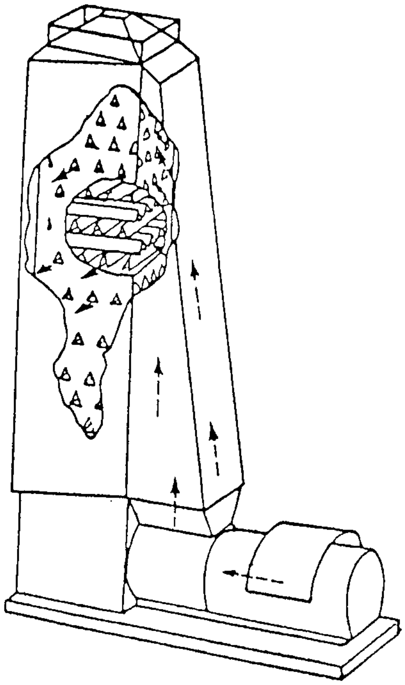


圖5 混流型稻穀乾燥機

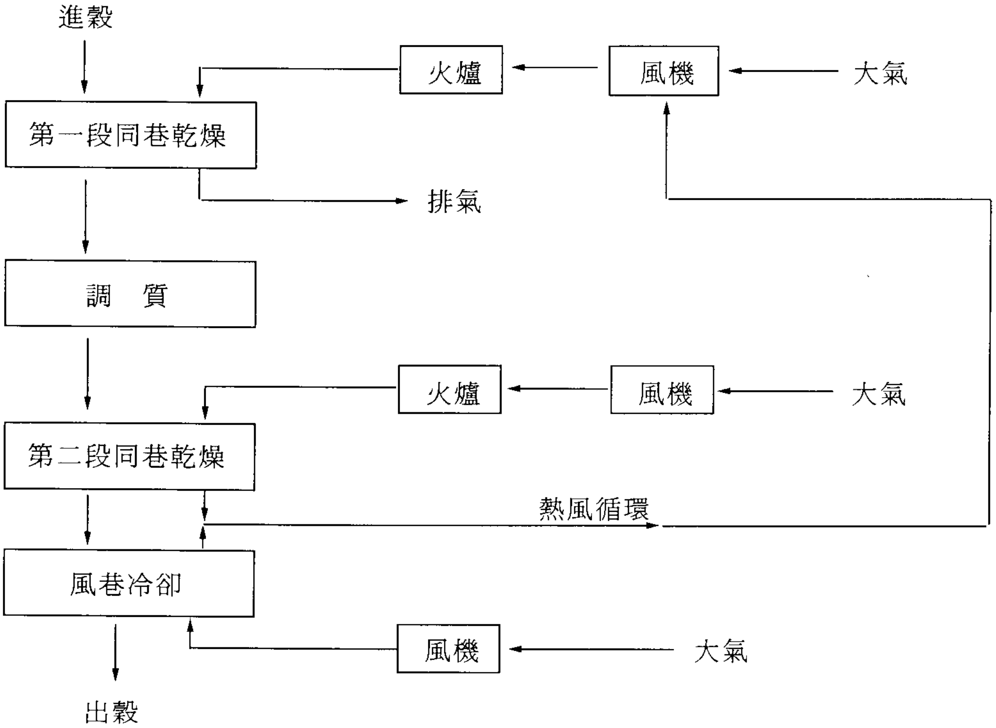


圖6 2段同向稻穀乾燥機具有反向冷卻及熱風循環方塊圖

Yamashita(1993)指出食味值與稻穀發芽率有很好線性關係如圖7，可用來評估稻米的品質，爲保持乾燥的稻穀保有95％的發芽率，濕穀的含水率與採用乾燥溫度必須在圖8的安全範圍內如濕穀初含水率24％時採用40℃，濕穀初含水率19％時採用50℃乾燥熱風溫度(Yamashita, 1993)。因此爲保持良好稻米食味，愈高的初含水率要用愈低的溫度來乾燥。但乾燥熱風溫度太低，乾燥作業時間加長，人事費也增加。黃(1993)指出低溫乾燥良質米時，若乾燥溫度高於40℃時，不論連續式或間歇式，其完整米率及發芽率均急速下降，提高乾燥對均化時間比可以有效地提高乾燥速率，且對發芽率及碾米率無顯著的影響。

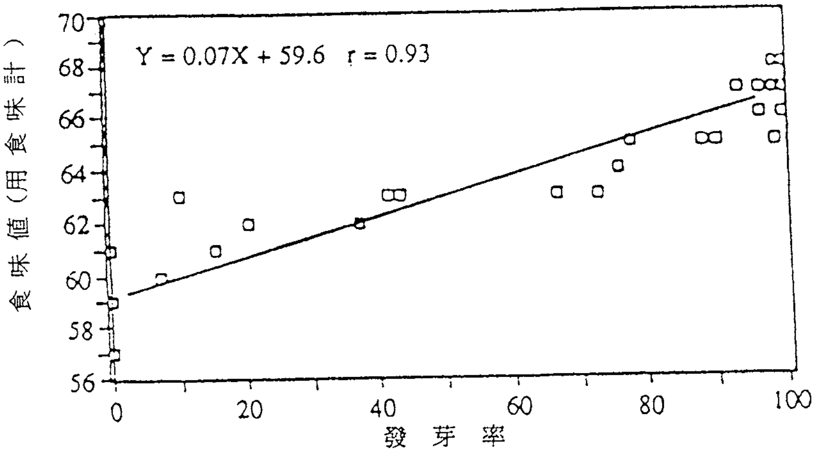


圖7 食味與發芽率的關係

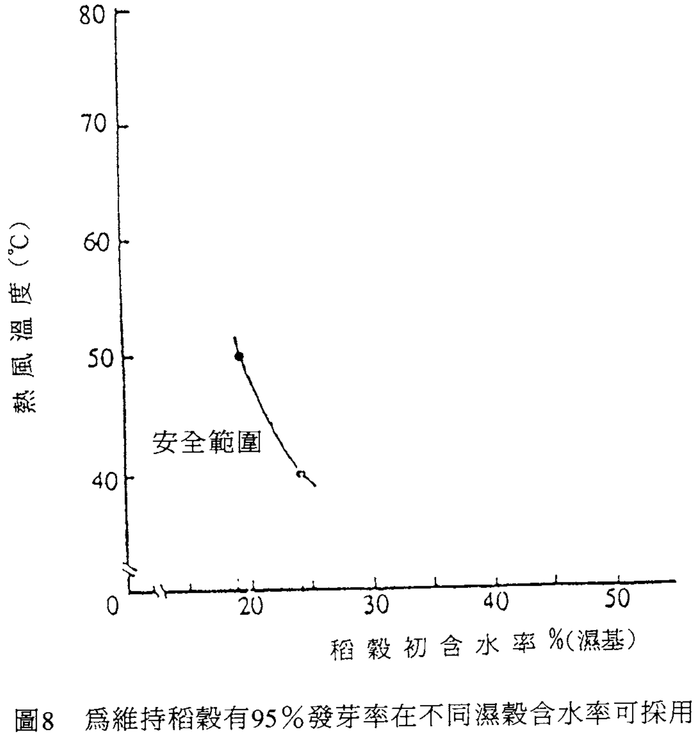


圖8 爲維持稻穀有95％發芽率在不同濕穀含水率可採用的熱風溫度

3. 加 工

本節將以Satake(1994)及Yamashita(1993)之資料為主體，並加上最近之參考文獻，重點在介紹新的稻米加工技術以改進碾米率、效率及品質。一些基礎的加工技術可參看Luh(1980)、Juliano(1985)及稻米加工自動化技術服務團新編的技術手冊及專輯。

3.1 新直立式精米系統

新式的精米系統結合高速的滾磨式和低速的摩擦式精米機的安排。此改良式的系統適用於各種品種的水稻，而且可在直立摩擦式之精米機之最後過程噴霧以冷卻白米及移除米糠達到淨米的目標。此新式的精米系統分為直立摩擦式及直立滾磨式兩種分別說明如下：

(1)直立摩擦式精米機如圖9，糙米由進料口，經進料螺旋、進料滾筒、精米滾筒及出料口排出。清理口用來移除精米後在精米室的殘料。

(2)直立滾磨式精米機如圖10，糙米由進料口，經進料螺旋、進料滾筒、抗阻環(調節進料量)、滾磨滾筒及出料口排出。同樣地清理口以移除殘料。

此直立式的安排，糙米的密度和壓力比水平式的精米機較均勻，改進碾米效率及減少碎米率。其碾米滾筒之型式亦改變如圖11，以增加糙米之攪拌效果。此外直立式精米機尚有節省空間及底部進料不必連接運送機的優點。

圖12是4台精米機之安排圖，前1和2台為滾磨式精米機，3和4台為摩擦式精米機。完成有效率、高碾米率及高品質的精米系統。

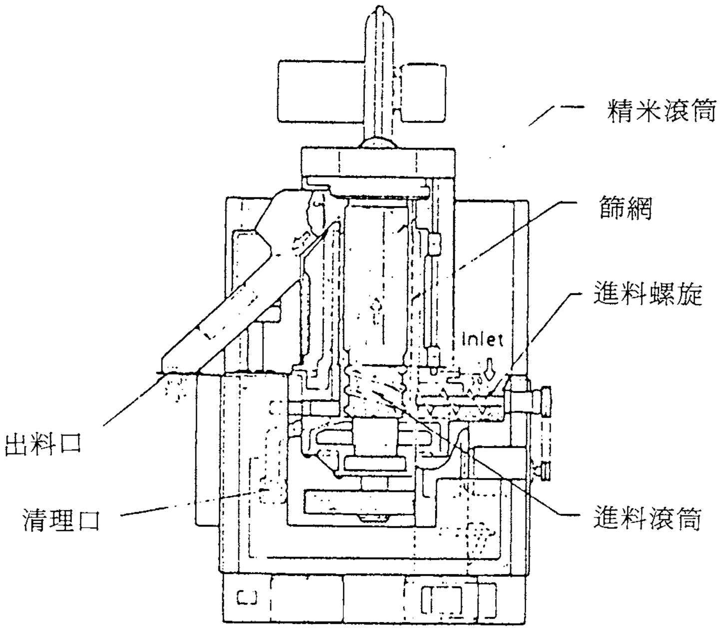


圖9 直立摩擦式精米機

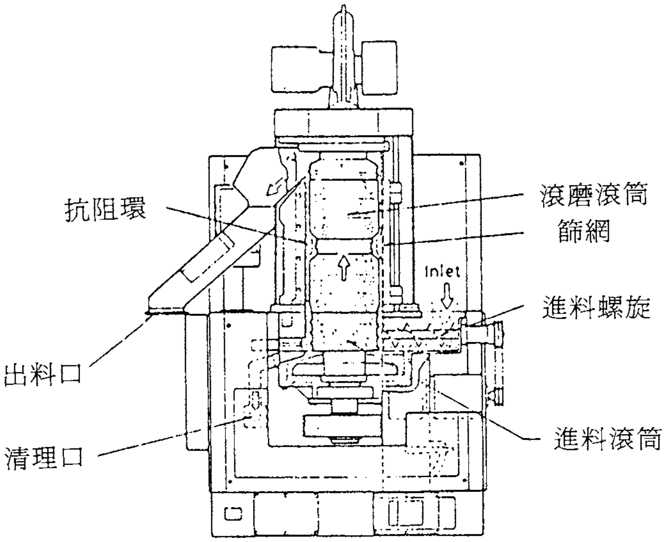


圖10　直立滾磨式精米機

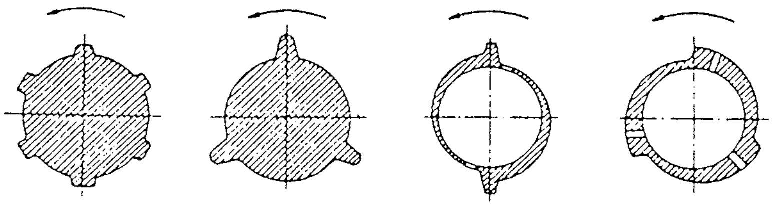


圖11　水平和直立式摩擦精米機滾筒之型式比較

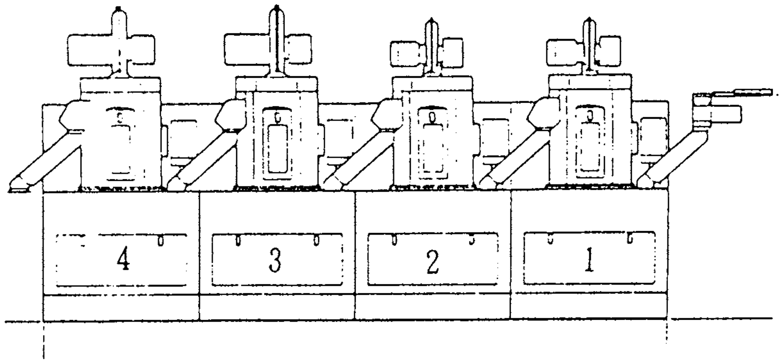
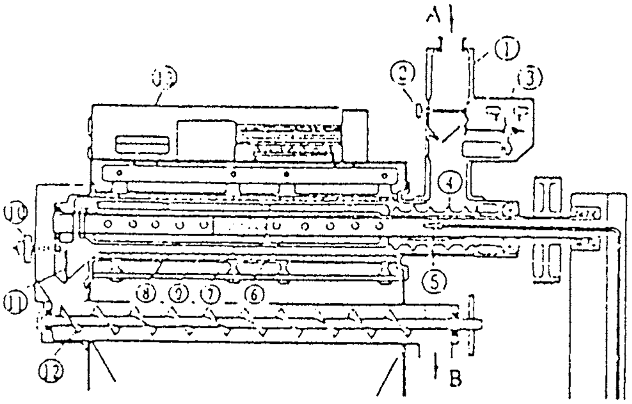


圖12　直立式精米機之安排糙米流經1、2、3、4台
(1和2台爲滾磨式，3和4台爲摩擦式)

3.2 淨米系統

利用噴霧量爲精米重量的0.3到0.4%，藉著搓揉及强氣流移除白米表面之糠粉，使白米表面變成透明亮麗的白米稱爲淨米。淨米過程因噴霧也可使白米顆粒表面溫度下降及軟化，減少碎米率。淨米因爲去除糠粉比一般白米有7到10天較長的儲藏期。淨米機也用來清理因運送及長期儲運變味之白米。

圖13爲淨米系統之示意圖 (Yamashita,1993) 。白米之流程爲從A，1，2，3，4，6，11，12到B，完成淨米作業。



1：進料斗	6：主軸	11：抗阻平盤
2：調整流量螺旋	7：攪拌滾筒	12：螺運機
3：流量控制	8：篩網	13：控制箱
4：螺旋	9：內支架	A：白米進料口
5：噴水口	10：加重	B：白米出料口

圖13　淨米機示意圖

3.3 加濕調質系統

適合碾製的含水率通常高於長期儲藏的含水率。在低含水率時，稻米物性較剛硬，碾製時碎米率會增加及煮飯時米粒裂開，澱粉流出，降低米飯的食味值。

從含水率13%加濕調質到15%時，傳統的白米調質機如圖14 (Satake,1994) ，爲避免胴裂，每小時僅可加濕0.2%。

新式的加壓式調質機如圖15 (Satake,1994) ，在1.2 × 105 N/m2的加壓調質室內，每小時加濕1到2%的含水率不會引起白米大量的胴裂。在33－37。C 加壓室內停留的時間約20分鐘，含水率從13.5%變成14.6%，碎米率沒有明顯增加。

圖15顯示穀物從上方進入，經過一切換閥，加壓艙加濕，經過下方之切換閥釋出，連結斗升機做成循環迴路，加濕穀物靜置時間爲20分，含水率感測器用來調整每次噴射入艙的水份量。

碾製的糙米硬度受到溫度與濕度的影響，可用下列表示之。為碾米的品質和食味，理想的硬度範圍為7到8kgf，溫度為15－25℃,含水率為15.5－16.5％(濕基)〔Anonym, 1990〕。

$Z = -0.1X - Y + 25$

Z：糙米的碾製硬度(kgf)

X：糙米的碾製溫度(℃)

Y：糙米的碾製含水率(濕基，％)

白米之吸水率和白米的浸泡時間有關，可由圖16表示之(Anonym, 1990)。

此加濕調質系統不僅減少煮飯時米粒裂開，保留較佳的米飯食味外，也增加稻米的體積及重量，對加工業者而言此項投資之成本可以回收，未來可能是加工業者必備的加工設備。

3.4 洗米系統

精米即使經過淨米系統仍有可能糠粉附在米粒表面。視加工與消耗的期限長短，圖17是4種白米儲藏期間，脂肪酸度變化的情形(Yamashita, 1993)。游離脂肪酸產生臭味，洗米機可將附著的糠粉洗掉，避免此問題。

洗米系統如圖18包括清洗、乾燥、選別及包裝作業(Satake, +1994)。圖19為廢水處理過程，以移除懸浮物和沈澱固形物，讓廢水排入下水道之前合乎環保排放標準。

3.5 稻米食味計

稻米食味是一官能值，因為品種之不同而異。食味計發展用來測定日本人的平均稻米食味值。分析過去許多研究，影響食味的主要因素為澱粉的結構(直鏈澱粉與支鏈澱粉的比例)，含水率，蛋白質與油脂被氧化的程度〔Satake(1990)；Yamashita(1993)〕、品質指標K可用下式表示之：

$K = (\text{直鏈澱粉A})^{\alpha}(\text{蛋白質含量P})^{\beta}〔(15 + |15 - \text{含水率M}|)〕^{\gamma}〔\text{脂肪酸度F}〕^{\delta}$ .....(1)

Q是一常數用來代表完美的食味分數100，食味測試值T可用下式表示之：

$T = Q/K^2$ ...(2)

此處 $\alpha = 1.0$，$\beta = 0.3$，$= 0.75$，$= 0.1$ 在式(1)。

例如，A＝17.5％，P＝5.55％，M＝15％和F＝5％，稻米食味值T為100是最大的理想值。

官能測試食味值與化學分析之計算食味值之關係可用圖20表示。其相關係數為0.9452，迴歸方程式可用下式表示之：

$Y_1 = 25.26X1 + 65.02$

此處 Y_1：化學分析計算之食味值

X_1：官能測試食味值

式(1)和(2)之K,T值用測定值代入較大的誤差，經修改之後，目前用下式(4)和(5)估算，K、T值，改為K'、T'：

$K' = 5.950 \times 10\text{-}3M - 0.1845M + 2.433$ ……(4)

$T' = 5 \times 106 / (A \cdot P0.3 \times 7.622K')^2$ ……(5)

3.5.1 用近紅外線光譜儀測定化學成份

(1)直鏈澱粉的含量

直鏈澱粉用Technicon Analyzer之結果與用化學分析的結果之迴歸方程式與相關係數如

圖21，直鏈澱粉適用範圍從17.5％到22.9％。利用多變數迴歸分析，直鏈澱粉含量A可用下列表示之：

$$A = F_{00} + F_{21}\,\Sigma\ (Kimi) \qquad \cdots\cdots(6)$$

$$A = 12.52 + 4934m_1 - 2601m_4 - 4681m_6 + 1457m_7 + 1093m_{10} \qquad \cdots\cdots(7)$$

此處 F_{00}：Bias (截距)

F_{21}：skew (斜率)

K_i：每一光譜過濾器之常數。

m_i：每一光譜過濾器之吸收率。

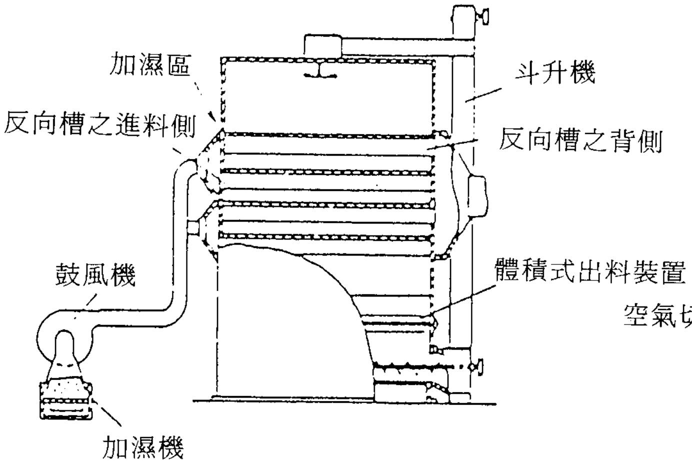


圖14 傳統式的加濕調質機

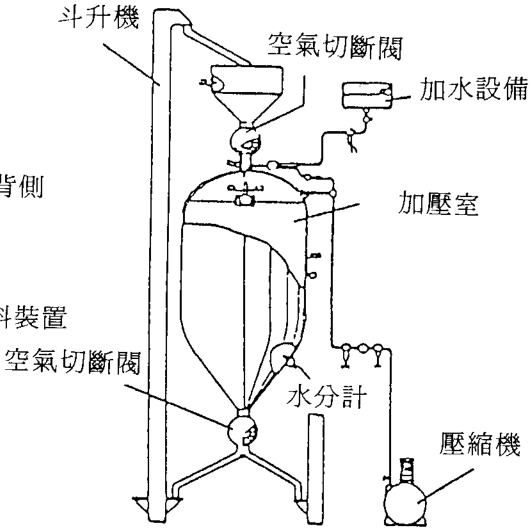


圖15 加壓式調質機

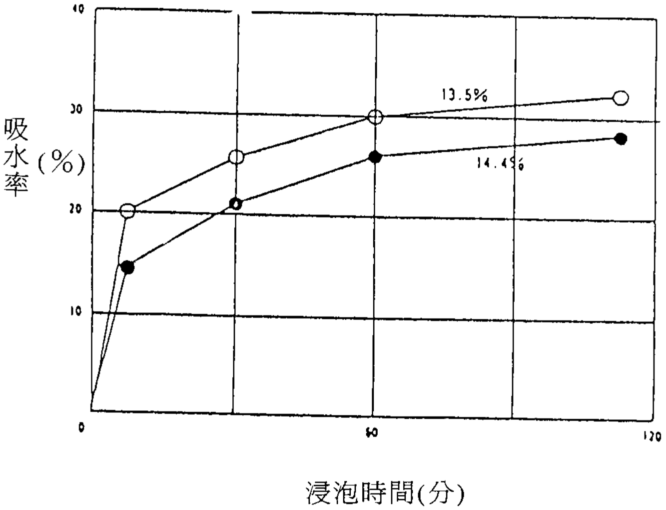


圖16 不同含水率白米在不同浸泡時間之吸水率

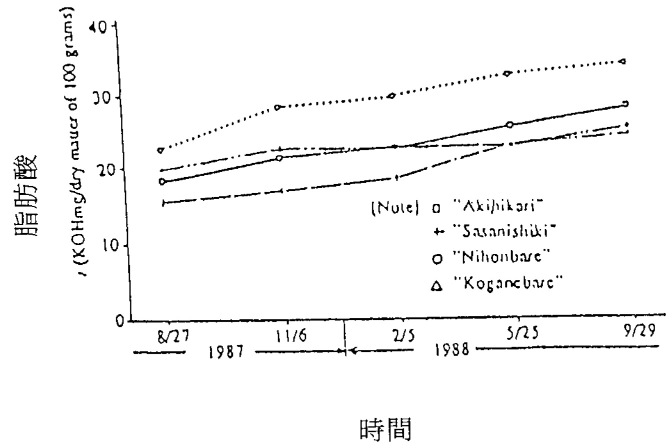


圖17 脂肪酸隨著貯藏期而改變之情形

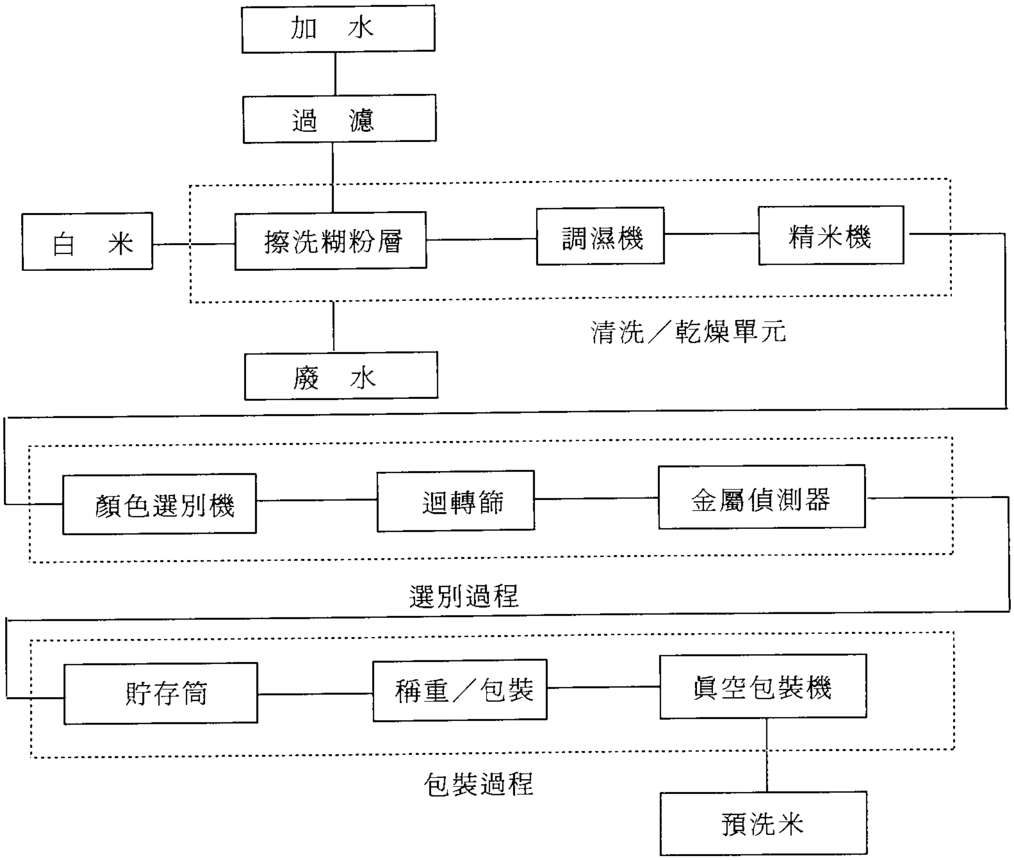


圖18 Satake 之洗米系統

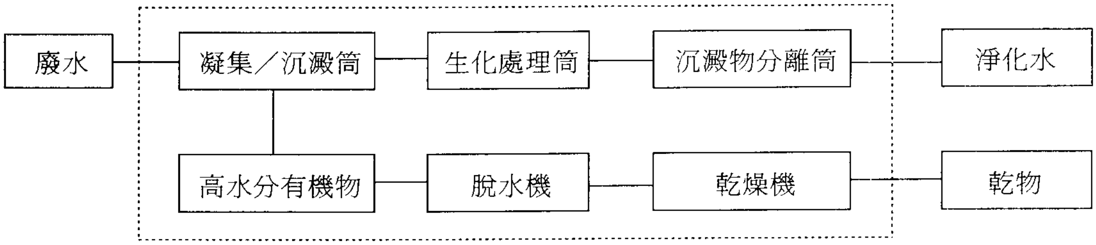


圖19　洗米系統之廢水處理過程

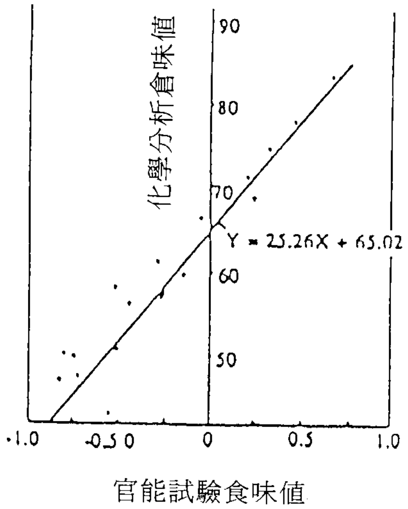


圖20 官能試驗與化學分析食味值之關係

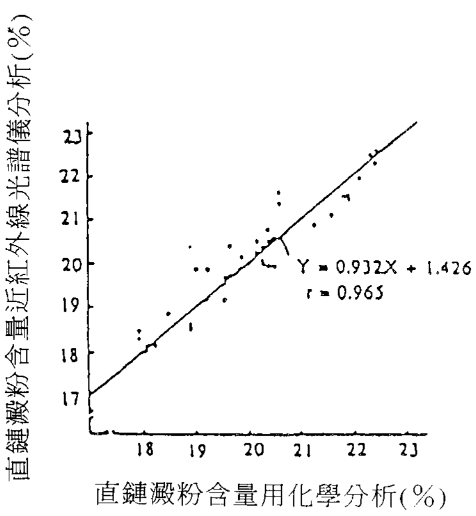


圖21 直鏈澱粉含量用化學分析與近紅外線光譜儀分析之關係

⑵蛋白質含量

蛋白質含量(P)利用化學分析與近紅外線分析之關係，相關係數爲0.958，其迴歸方程式參看圖22。利用近紅外線分析，蛋白質含量可用下式代表之：

$$P = 3.004 + 12.33F_1 + 1335.9F_2 + 13.73F_3 + 188.2F_5 - 314.8F_7 - 9.758F_8 \qquad \cdots(8)$$

此處　Fi：與每一濾光器之吸收率有關。

圖23爲 3 個不同儀器公司之儀器測定值與化學分析值之比較；蛋白質含量從5.6％到7.7％，化學分析值與每一公司儀器之測定值相關係數超過0.95和在1％的顯著水平。

⑶含水率

標準方法是用 5 公克的研碎樣品在105℃溫度乾燥5小時，此方法測定的含水率與用近紅外線測定之相關係數爲0.916，其迴歸方程式參看圖24。

用近紅外線光譜分析之含水率可用下列式子表示：

$$M = -2.932 + 481.3F_1 - 604.0F_2 - 1374F_3 + 1112F_4 + 374.8F_5 - 668.6F_6 + 311.5F_7 + 92.08F_8 + 753.2F_9 - 88.32F_{10} \qquad \cdots\cdots(9)$$

此處F_i：每一光譜過濾器之吸收率

M ：含水率，％(濕基)

⑷脂肪酸

化學分析法是用氫氧化鉀(KOH)中和脂肪酸之値，圖25爲化學分析與用近紅外線光譜分析結果之相關係數($r=0.956$)及迴歸方程式。用近紅外線分析之脂肪酸(F)可用下列式中代表之：

$$F=67.85-5026F_1+2017F_2-3614F_3+6121F_5+506.7F_7+10.08F_8 \quad \cdots\cdots(10)$$

圖17與24說明脂肪酸與官能試驗食味值，隨著貯藏和品種而變，貯藏期增加，脂肪酸增加，食味值下降。

⑸用儀器分析食味值

圖20是官能食味值與化學分析食味值之關係。把上述儀器分析值代入式(1)和計算指數α、β、γ和δ，圖27表示以儀器及官能分析食味值的關係。式(11)是食味值用儀器與化學分析之關係式：

$$Y_2=25.78X_2+65.16 \quad \cdots\cdots\cdots(11)$$

X_2：官能食味值

Y_2：儀器分析食味值

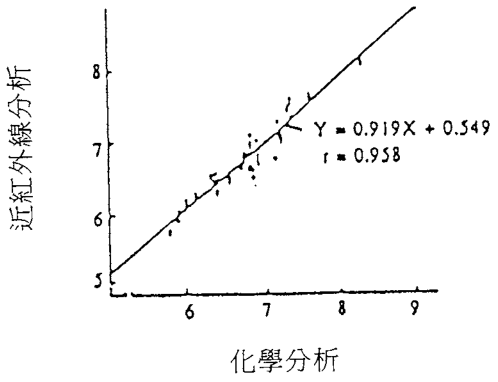


圖22 蛋白質含量利用化學分析與近紅外線光譜儀分析之關係

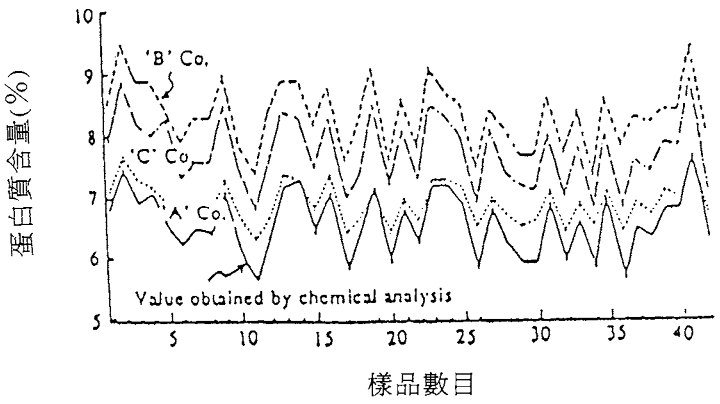


圖23 比較三個不同的儀器蛋白質的之測定値與化學分析之差異

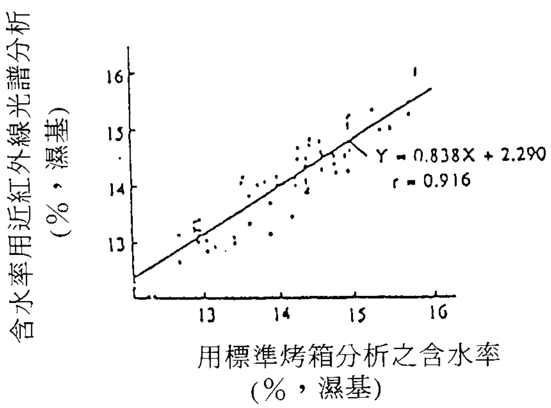


圖24 含水率用近紅外線光譜分析與用標準烤箱分析結果之關係

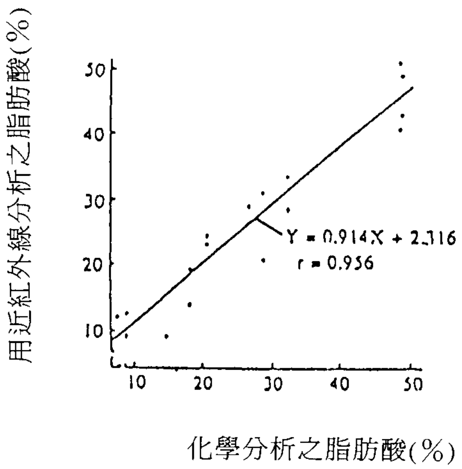


圖25 用近紅外線分析與化學分析之脂肪酸關係圖

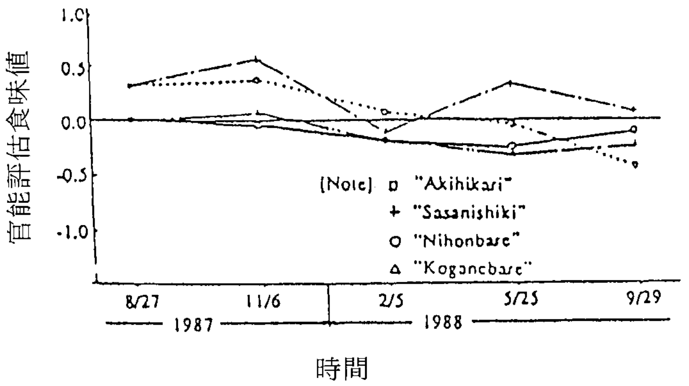


圖26 官能評估食味值隨貯藏期改變之情形

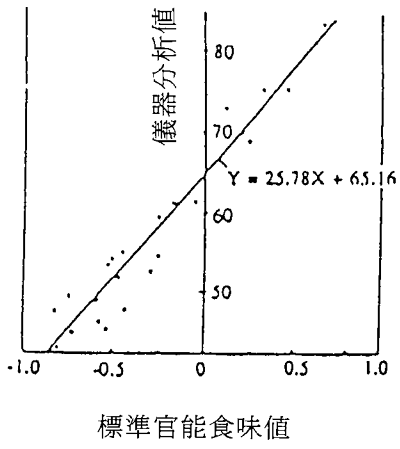


圖27 用標準官能食味值與儀器分析值之關係

3.5.2 稻米食味計之組成

圖28是稻米食味計之組成，包括精米機、粉碎機、恒溫箱、近紅外線光譜分析儀，換算化學成份的方程式，分析電腦，決定食味值的方程式，列印或顯示食味值。

稻米的化學組成分子被近紅外線激發之光譜吸收率，由近紅外線光譜分析儀收集的資料，換算化學成份之方程式，和食味值決定方程式，經由電腦分析，顯示或列印食味值。樣品處理單元目標不僅使粉碎顆粒大小一致，而且確認加工的條件一致。

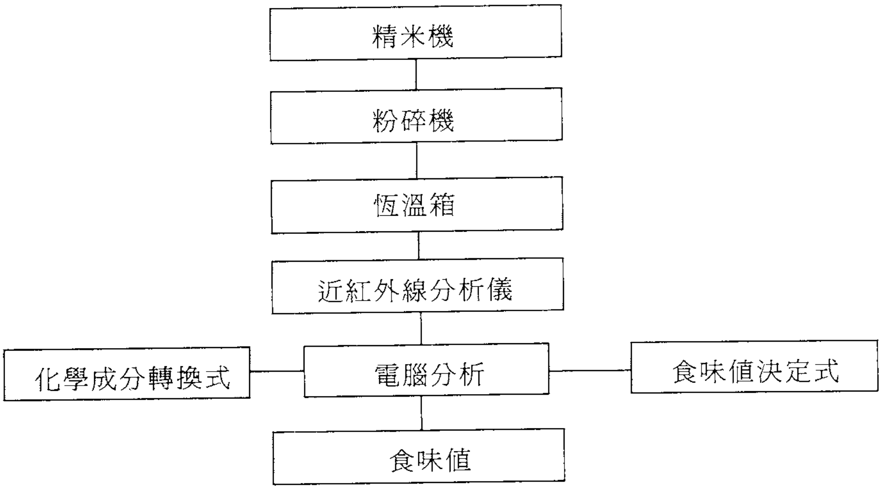
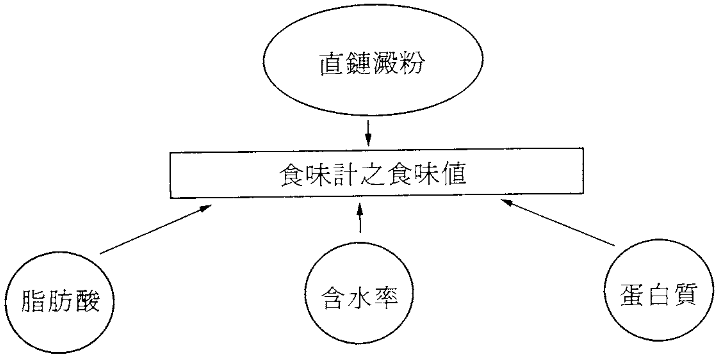


圖28　稻米食味計之組成

3.5.3 影響食味值的因素

前述影響食味值的因素爲直鏈澱粉含量、蛋白質含量、水份率、和脂肪酸度，但稻米的狀況、成熟度、乾燥與貯藏的情形、煮飯前的含水率均影響食味值參看圖29。



影響食味值的因素：

稻米的型式－稻穀、糙米、白米、淨米

成 熟 度－成穗後之天數　稻米的厚度

乾燥儲藏之條件－含水率　溫濕度

煮沸時的含水率－品質調整劑15-16％含水率(濕基)

圖29　影響食味值的因素

目前國內有關的研究有劉與蕭 (1995) 、彭 (1995) 、陳 (1995) 等陸續發表於相關的研究報告或專輯。

參考文獻

1.洪梅珠、許愛娜、宋勳。1994。台灣的稻米品質。稻米加工自動化專輯第一冊稻米品質之檢驗及加工。行政院農業委員會稻米加工自動化技術服務團。

2.黃朝松。1993。低溫乾燥對良質米品質之影響。碩士論文，中興大學農機所。

3.陳一心。1995。近紅外光分析儀在省產稻米成分分析應用現況。第6章於第二冊穀物非破壞性檢驗。行政院農業委員會稻米加工自動化技術服務團。

4.陳貽倫。1981。稻穀胴裂與碾米損失。中國農業工程學報27 (1)：40-48。

5.陳貽倫。1983。稻穀之吸濕、胴裂、與碎米。中國農業工程學報29 (2)：24-35。

6.陳貽倫。1993a。乾燥條件對稻穀碾米率之影響。農業機械學刊2 (1)：23～30。

7.陳貽倫。1993b。循環乾燥模式中之稻穀減乾率、碾整率與乾燥熱效率。農業機械學刊2(3)：1-10。

8.彭智平。1995。以近紅外線分光度計測定影響稻米食味之主要成分。碩士論文。台大農機所

9.劉民卿。蕭介宗。1995。以近紅外線分光度計偵測稻米的含水率及蛋白質含量。農業機械學刊4(3)：1-14。

10.蕭介宗、周瑞仁、歐陽又新、彭智平、陳怡仁。1994。自動化水稻收穫後系統之發展。農業機械學刊3(1)：67-73。

11.蕭介宗。1995。乾燥機械。農作篇(一)253－254頁。台灣農家便覽。財團法人豐年社。

12.蕭介宗編著。1994。農產品儲運機械講義。台大農機系。

13.蕭介宗、張漢聖、賈精石。1994。鋼皮圓筒倉多用途之研究(II)乾燥高梁及玉米之結果。農業工程學報40(2)：18-32。

14.盧福明。1993。稻穀乾燥機的種類與構造。台灣農業機械8(6)：1-6。

15.Anonym。1990。Modern rice milling technology。Satake Engineering Co.Ltd,Tokyo,Japan.

16.Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkema, and C.W. Hall. 1992. Drying and storage of grains and oilseeds. Van Nostrand Reinhold, New York.

17.Calderwood O.L. and B. O. Webb, 1971. Effect of the method of dryer operation on performance and on the milling and cooking characteristics of rice. Transaction of the ASAE 14(1):142-146.

18.Juliano, B.O., 1985. Rice: chemistry and technology. AACC, St. Paul, Minnesota, USA.

19.Luh, B.S., 1985. Rice: production and utilization, AVI Publishing Company, Westport, Connecticut, USA.

20.Phillips, S.,S. Widjaja, A. Wallbridge, and R. Cooke.1988. Rice yellowing during post-harvest drying by aeration and during storage. J. Stored Prod. Res. 24(3):173-181.

21.Satake, T. 1990. Studies on modern rice milling technology, Tokyo University Shuppankai.

22.Satake, R.S., 1994. New methods and equipment for processing rice. Chapter 11 in Rice science

and technology ed. by Marshall and Wadsworth, Marcel Dekker, Inc. Hong Kong.

23.Tangonan,R.G.and V.K.Jindal. The rate of respiration of rough rice in Improvement of post-harvest facilities system,the Southeast Aisa Coopprative Post-harvest Reserch and Development Programme, Searca, College,Laguna,Philippines 3720.

24.Yamashita, R. 1993. New technology in grain postharvesting. Farm Machinery Industrial Research Corp. Takyo 101, Japan.

稻米的儲存與品質

洪　梅　珠
台中區農業改良場

摘　　要

稻米是台灣地區最主要的糧食作物，因國民生活水準提高，消費者對食米品質愈加重視。而稻谷從收穫到消費，常需經過一段時間的貯存。稻米的理化性又常因稻谷含水率、貯存條件及貯存時間的長短，而發生不同程度之改變。本文主要針對貯存期間米粒外觀、碾米品質、化學成分、米飯質地與食用品質等之變化加以探討。

由國內外的研究報告顯示，稻米貯存後，黃變米率、米粒硬度指數、脂肪酸度、游離脂肪酸含量、米飯的硬度、膠化溫度、煮飯的最適時間、蛋白質中的S-S雙硫鍵結比率、加熱吸水率、膨脹容積、最大粘度、還原糖含量等有增加的趨勢；而白米的透明度、米液的pH值、米飯的粘性及食味、脂肪氧化酵素(lipase)活性、維他命B1含量、離胺酸、甲硫胺酸、麩胺酸含量、蛋白質內的SH鍵結比率、中性脂質、磷脂質含量等則有降低之現象。

前　　言

稻米是台灣地區人民的主食，光復初期稻作生產以提高產量爲主要目標，由於品種及栽培技術之改良，使稻米產量年年增加，同時因國民生活水準提高，造成消費型態的改變，致使每人平均食米消費量逐年減少，造成稻米生產過剩。同時政府基於調節供需的考慮，必須貯存相當數量的稻谷於公糧倉庫中，而稻谷的生產具季節性，多集中於一年內之某一時期，而稻米的消費卻無時間性，所以稻谷從收穫後到消費，常需經貯存一段的時間。而台灣地處亞熱帶，高溫多溼，稻谷貯存稍有不慎，品質極易變劣，所以收穫後如何妥善的貯存，以保持優良的稻谷品質，成爲當前重要的研究課題。本文主要目的在介紹貯存期間稻米品質之變化，以供爲今後稻米貯存之參考。

倉儲期間影響稻穀品質變化之因素

依據陳[7]之報告，其將影響稻穀在倉儲期間品質變化之因素，歸納爲稻穀含水率、周圍大氣溼度、溫度、昆蟲、微生物、鼠害、倉房與管理等七項，這些因素是彼此關聯，交互影響。同時陳亦指出稻穀含水率爲影響稻穀儲藏品質的第一要素，因爲它影響稻穀本身的呼吸，含水率越高，呼吸作用愈旺盛。呼吸作用是生命活動的基本現象，在儲藏期間穀物、黴菌與

昆蟲，都在進行呼吸作用，釋放出水氣和熱量，導致品質劣變而不利於保存。倉貯溫度則是影響儲藏稻穀品質之第二重要因子，其與稻穀含水率之交互效果是相乘的。高溫的夏季促進呼吸而易使稻穀整體發熱，15℃以下是稻穀安全儲存溫度， 20℃時昆蟲、微生物開始活動，呼吸作用加强。稻穀是吸溼性物體，在空氣中會因大氣之乾溼而改變其含水率。台灣爲一亞熱帶海島，溫溼度都高，就氣候而言，本省不能算是一個稻穀儲存的理想自然環境。

在穀倉中繁殖，以米穀爲食之各種昆蟲，其寄生位置，除在穀粒外，也有在穀粒內蛀食者，其爲害非僅是量的消耗，間接也減低稻穀品質，故在貯存初期，用藥品燻蒸爲抑制其繁殖之有效方法之一。

莊[8]等指出黴菌污染稻米會降低種子發芽率，使種子褐變、發熱，產生霉味，減輕乾物重，產生黴菌毒素和改變稻米的營養成分。而控制儲藏稻米黴菌生長的最重要方法就是控制穀物的含水量，一般而言相對溼度低於72％，則黴菌不會生長。

老鼠除直接吃食稻穀外，亦會咬壞建築木材、布袋及容器等，其損害五分之一全球作物，對倉內積穀損害之程度則視防治的措施而定。爲防止積穀品質變壞及損失，要注重穀倉建築與管理，如適時予以翻倉、通風及實施病蟲害防治作業[7]。

稻米在儲存期間品質之變化

一般對舊米食味的評價，是認爲其味道不良，缺乏光澤，粘性差，硬度增加[2,5]，Moritata and Yasumatsu[15]則認爲米粒的老化，主要是米粒中的澱粉,、脂質、蛋白質發生水解或氧化作用，而影響米粒的外觀、烹調品質、米飯的香味及質地。尤其是澱粉在貯存過程中，因直鏈性澱粉中的的微束鍵結(micelle binding)增强，而抑制澱粉顆粒的膨脹，使米飯的質地變硬。貯存後的脂質經水解，產生游離脂肪酸，能與直鏈性澱粉形成脂肪酸一直鏈性澱粉(fatty acid- amylose) 的複合體,亦抑制澱粉顆粒的膨脹,進而影響米飯質地。另一方面,脂質或是游離脂肪酸經氧化後,可產生氫過氧化物(hydroperoxides)及羰基化合物(carbonyl compounds)，這兩種物質可促進蛋白質的氧化，使蛋白質中的S-H鍵相互作用生成S-S基的雙硫鍵結，抑制澱粉顆粒的膨脹，而影響米飯的質地與外觀。同時揮發性硫化物的減少與揮發性羰基化合物的增加，影響到米飯的香味。

糙米分別在2℃及29℃貯存6個月後，發現貯存於29℃者，其米粒的硬度指數(hardness index) 比貯存於2℃者大，完整米率也比較高，此可能爲貯藏後澱粉顆粒的微束鍵結增强，故在碾米過程中有較大的抗力[18]。同時 Pushpamma and Reddy[15]亦指出貯存6個月的舊米，其適當之炊飯時間比新收穫的米長 4-6分鐘。

炊飯液中溶出的固形物與米飯的粘性成正相關[11]，高水分含量(14.5-15.6%) 與低水分含量(10.8-11.8%)的越光，分別貯存在10℃，20℃，30℃時，貯存前高水分含量的固形物含量較多，但貯存後其固形物含量降低的速度亦較快。不同貯存溫度間，則以貯存30℃時，其固形物含量降低的速度最快，10℃最慢。

涉谷等[12]發現稻米在30℃貯存50天後，加熱吸水率、膨脹容積、最大粘度、脂肪酸度及還原糖含量顯著增加，脂肪氧化酵素(lipase)活性則降低。維他命B1含量隨貯存期之延長有降低之趨勢，常溫貯存比低溫貯存降低得多[19]。稻米在貯存後離胺酸、甲硫胺酸、麩胺酸

等有降低的現象[14]，但白蛋白 (albumin) 及球蛋白(globulin)的含量無顯著之變化[18]。森高[13]發現新米中蛋白質內的SH鍵結比率比舊米多，但舊米的 S-S鍵結比率比新米多，其認為此為舊米飯變硬的原因之一。土田等[16]將4種水稻品種在 10℃貯存13年，探討長期貯存後，脂質及脂肪酸組成之變化，結果發現貯存後之糙米，其中性脂質、磷脂質含量減少，但是游離脂肪酸及糖脂質含量增加。進一步調查中性脂質、磷脂質、糖脂質及游離脂肪酸中之主要脂肪酸組成比時，發現每一種脂質區分中的palmitic acid 含量均增加，除了磷脂質外，亞麻油酸(linoleic acid)及亞麻脂酸(linolenic acid)含量減少；糖脂質及游離脂肪酸中的oleic acid 含量增加，但相反地在磷脂質中卻減少。同時在糖脂質中發現有二種未知的成分增加，另有一種未知的成分減少。森高[13]曾將白米經脫脂後貯存，結果從食味品評中的米飯外觀、香味、口味、粘性、硬度等資料中，顯示脫脂後再貯存者其品質均優於未脫脂者。

經過貯存的稻米，在煮飯過程中，收集米飯上面之蒸氣，再經由氣相層析儀分析，結果發現米飯的蒸氣中含有一百多種揮發性物質[17]，其主要是揮發性羰基化合物，且已認定造成舊米中腐敗氣味的主要因子是己烷醛類。

至於本省方面之研究，宋[1]於民國66年曾在草屯農會、秀水農會、福興農會、大里農會的倉庫，抽取不同期作、不同貯存方式的稻穀，比較米質的差異。發現貯存後的稻穀，其蟲蛀率及黃變米率隨貯存期之延長而增加，透明度亦隨貯存期之延長而減少，袋裝貯存之蟲蛀率比散裝貯存略高，但黃米率比散裝貯存少。梗稻之蟲蛀率及黃變米率皆比秈稻及長秈稻多，秈稻與長秈稻之蟲蛀率差異不大，但黃變米率以長秈稻最少。不同型倉庫中，蟲蛀率及黃變米率的發生率，以磚造水泥頂及統治倉庫最少，水泥瓦頂倉庫次之，而以力霸急造倉最差。宋及洪[2]進一步以73年二期作及74年一期作收穫之台農 67號及台中秈3號為材料，分別以袋裝及散裝貯存於彰化縣之田中及花壇倉庫。稻谷貯存方式分為三種：(1)具抽風設備之散裝貯存(田中)(2)無抽風設備之散裝貯存(田中)(3)一般糧倉之袋裝貯存(花壇)。又在74年一期作收穫之稻谷增加一項低溫貯藏(約10℃)。結果發現貯藏方式對糙米率、完整米率、粗蛋白質含量及直鏈澱粉含量之影響不大。白米的透明度則隨貯存期的延長而變差，一般袋裝的透明度比散裝佳，台農67號受影響的程度比台中秈 3 號大。白米的黃變米率隨貯存期的延長而增加，以低溫貯存的黃變米率最低，而以無抽風設備之散裝貯存者最高。白米之鹹性擴散程度、膠體展流長度及食味品質等均隨貯存期之延長而降低，其中以低溫貯存之變化最小，袋裝貯存次之，無抽風設備之散裝貯存最差。

本省的稻米雖主要以稻谷形式貯存，然尚有胚芽米在市面流通。洪及宋[4] 以台中189號及高雄142號碾製成之胚芽米，貯存於低溫 (5-10℃)、室溫 (16-27 ℃)、高溫(35-38℃)，探討胚芽米在貯存期間品質之變異。結果發現胚芽米之pH 值隨貯存期之延長而降低，脂肪酸度則相對地增加，其降低或增加程度以低溫貯存者最小，室溫貯存者次之，高溫貯存者最大。由米飯質地分析儀測定胚芽米飯的硬度及凝集性，發現隨貯存期之延長而增加，但粘性、附著性及均衡性則隨貯存時間之延長而降低。米飯物理性變劣的速度，以高溫貯存者最快，低溫貯存者最慢。臺灣夏季氣溫常有出現30℃以上之高溫現象，故消費者應以購置小包裝胚芽米為宜，並儘量於短期內(1個月)食用，未能一次用完者，以置於冰箱中，較能確保胚芽米之新鮮度。

台灣目前主要是以小包裝白米在市面上銷售，洪及宋[4]利用台中189號碾製成的白米，

以眞空包裝、充二氧化碳包裝及一般小包裝法，將白米包裝成3kg裝，貯存於低溫(5-10℃)、準低溫(15-20℃)、室溫(16-28℃)等三種環境，探討白米在貯存期間品質之變異。結果發現白米之PH值隨貯存期之延長而降低，降低程度以一般小包裝室溫貯存者最大，以眞空包裝及充二氧化碳包裝之低溫貯存者最小。一般小包裝米飯的硬度及凝集性，隨貯存期之延長而增加，但粘性、附著性及均衡性則隨貯存時間之延長而降低，尤以室溫貯存者降低的速度較快，而低溫貯存者較慢。然眞空包裝及充二氧化碳包裝之米飯物理性，在該試驗的貯存溫度範圍(5-10℃,15-20℃,室溫)，一年內未有顯著之變化。由該實驗發現白米pH值劣化的速度比白米飯物理性質的變化快，顧及消費者之健康及安全起見，就有效保存期限的長短，做以下之建議，供加工業者及消費者參考。即以眞空包裝或充二氧化碳包裝之白米在5-10℃或15-20℃ 中貯存者，保存期限爲八個月，若在室溫中貯存者爲五個月，而一般小裝白米在5-10℃貯存者，保存期限爲三個月，在15- 20℃中貯存者爲二個月,若在室溫貯存者其保存期限，夏季時爲一個月，冬季可爲二個月。唯該試驗中僅以台中189 號一個品種當材料，品種間之耐貯存性是否有差異，則有待進一步之探討。目前市面上的反應，認爲同爲良質米的台梗 8 號比台梗9號不耐貯存，本場與中興大學合作正在探討這方面的問題。

結 論

綜合國內外之研究報告[3]，可知貯存會影響米粒外觀、化學成分、物理特性及食用品質，總之貯存造成稻米品質劣化是不爭的事實。爲了解決這個問題，政府以擴大公糧倉庫經營規模，提高經營效率，降低營運成本，改善倉儲設施，提高機械化與自動化，加強倉庫利用爲倉庫管理之重點[6]，希望藉由倉儲環境的(改善，確保倉儲米的品質[9,10]，加工業者也不斷改善包裝形式，從2-5kg的小包裝米，到眞空包裝均有。顯示近年來無論是農政單位、研究單位、廠商加工業者對米質的改良及保持都相當重視。但倉儲環境或包裝形式的改善，都只能延緩品質劣化的速度，並不能保証品質永遠不變。而事實上，消費者也進行了部分的貯存工作，一包米打開，不能一次煮完時，剩餘的米就在貯存狀態。因此我們希望透過大家共同的關心和努力，讓良質米眞正達到好吃又安全的境界。

參考文獻

1. 宋勳 1978 台中地區農會貯藏稻穀品質探討之試驗 台中區農業改良場研究彙報 新2:17-25。
2. 宋勳、洪梅珠 1988 貯藏方式對稻谷倉儲期間品質之影響 稻米品質研討會專集 p269-281 台灣省台中區農業改良場編印。
3. 林子清、陳賢哲 1984 日本稻米品質改良的研究 食品工業 16(3):19-27。
4. 洪梅珠、宋勳 1989 胚芽米品質之研究 II、貯存溫度對胚芽米品質之影響台中區農業改良場研究彙報 22:39-48。
5. 洪梅珠、宋勳 1994 包裝形式及貯存溫度對小包裝白米品質之影響 台中區農業改良場研究彙報 43:7-15。
6. 陳文德 1995 公糧倉儲現況之檢討與展望 稻米倉儲加工作業技術手冊第二輯 稻米倉儲 p.

107-118 行政院農業委員會「降低稻米製銷成本技術服務團」編印。
7. 陳貽倫 1995 影響稻米品質的因素 稻米倉儲加工作業技術手冊第二輯 稻米倉儲 p.1-26 行政院農業委員會「降低稻米製銷成本技術服務團」編印。
8. 莊再揚、彭式康 1995 稻米儲藏黴菌與蟲害及其防治 稻米倉儲加工作業技術手冊第二輯 稻米倉儲 p.77-106 行政院農業委員會「降低稻米製銷成本技術服務團」編印。
9. 曾士洵 1984 稻穀儲存技術 食品工業17(3):22-23。
10. 馮丁樹、陳貽倫 1977 稻穀低溫密閉實驗穀倉試驗分析 中國農業工程學報 23(1): 1-20。
11. 長戸一雄 1971 貯藏および乾燥方法が米の炊飯特性に及ばす影響 日作紀 40:299-305.
12. 涉谷直人、岩崎哲也、柳瀨肇、竹生新治郎 1974 古米化に關する研究 第1報 玄米および白米の貯藏中の變化について 日本食品工業學會誌 21 (12):597-603
13. 森高眞太郎 1978 精白米の貯藏中の品質變化 釀協73(9):690-696.
14. Aibara S., I.A. Ismail, H.Yamashita 1986 Changes in rice bran lipids and free amino acids during storage. Agri. Biol.Chem. 50(3):665-673.
15. Juliano, B.O. 1985 Criteria and tests for rice grain qualities pp 443-524 In :Rice Chemistry and Technology 2nd ed. B.O. Juliano ed. Am. Assoc. Cereal Chem. st. Paul. MN.
16. Tsuchida , H., T. Umemoto, H.Tsugawa, M.Sakata, S. Mizuno and M. Tange 1988 Some features in lipid-and fatty acid compositions of the brown rices stored at low temperature for a long time .Sci. Rept. Fac. Agri. Kobe Univ. 18:27-34.
17. Tsugita T., T. Ohta and H. Kata 1983 Cooking flavor and texture of rice stored under different conditions. Agri. Biol.chem. 47(3): 543-549.
18. Villareal R. M., A.P. Resurreuion, L.B. Suzuki and B.O. Juliano. 1976 Changes in physicochemical properties of rice during storage. Die starke 28:88-94
19. Yasumatsu, K. and S. Moritaka 1964 Fatty acid compositions of rice lipid and their changes during storage. Agri. Biol.Chem. 28(5):257- 264.

Relation Between Storage and Quality of Rice

Hong Mei Chu
Taichung District Agricultural Improvement Station

Abstract

During a period of storage, rice quality could be influenced because of its moisture content, storage exterior and interior environment, i.e., temperature, relative humidity, ventilation, etc.. In this study, the rice appearance, chemical component, free fatty acid compositions, milling quality of rice as well as cooking and eating quality of rice kernel will be examined. The resulting data showed that after storage, the rate of discolor, water absorption, hardness index of kernel changed ; the reducing sugar content, free fatty acid composistion, S-S/S-H ratio and the starch gelatinization temperature are increased, same result on the expansion volume of cooked rice. However, the pH, lipase activity, lysine, methione, glutamic acid,vit B1, neutral and phospholipid are decreased. From sensory evaluation, we concluded that the cooking and eating quality is worse on stored cooking rice.

稻米品種結構與米食加工之關係

盧 訓
中興大學食品科學系

摘 要

本實驗選用十四種省產稻米爲材料，其中包括五種秈米 (台中在來一號，台中秈十七號，高雄秈七號，台中秈十號，台秈一號)，五種梗米(台農六十七號，台農七十號，台南九號，台中一八九號，高雄一四二號)及四種糯米 (台中秈糯一號，紅腳糯，台中糯七十號，新竹糯四號)，分析其支鏈澱粉之微細結構及理化性質，進而探討其相關性。

實驗結果顯示，秈米支鏈澱粉的分子量小，分支數少，平均鏈長較長，大約爲 18-22 個葡萄糖基，而梗米及糯米的平均鏈長，則分別爲 15-18 及 17-20 個葡萄糖基。所有的稻米支鏈澱粉，最短分支鏈皆由 6 個葡萄糖基組成。十四種稻米支鏈澱粉的鏈長分佈圖皆呈兩個波峰型態。一般而言，秈米具有較多的長鏈，其中，三種高直鏈澱粉含量的的秈米即台中在來一號，台中秈十七號及高雄秈七號，其支鏈澱粉更含有少量鏈長大於一百個葡萄糖基的超長鏈部分。

秈米支鏈澱粉因爲具有較多的長鏈，故其藍價以及最大吸收波長皆高，且因分子呈長桿構形 (elongated rod conformation) 以致有較高的固有黏度。

關鍵詞：稻米、支鏈澱粉

緒 言

稻米 (Oryza sativa L.) 是人類主食之一，但由於缺乏能形成麵筋的特殊蛋白質，而不似小麥麵粉，經攪拌之後，可賦與麵糰特殊的流變性質。因此，一般的米飯或者米食製品之品質，與米澱粉之理化性質，有較密切的關係。

澱粉是由直鏈澱粉 (amylose) 及支鏈澱粉 (amylopectin) 所組成。對於稻米而言，初步發現，除了直鏈澱粉與支鏈澱粉的含量比與米飯「入口品質」(eating quality) 有密切關係之外，因支鏈澱粉成份佔多數，故其微細結構(fine structure) 亦可能爲影響米飯入口品質之重要因素。

因此，爲深入探討上述問題，本實驗擬針對省產各稻米之支鏈澱粉的分支分子平均鏈長及其分布情形，做詳細的鑑定，研究其微細結構與理化性質之相關性。進而歸納出支鏈澱粉的微細結構對米飯入口品質的影響。

材料與方法

一、實驗材料

本實驗採用之米種如下：

秈米 (indica rice)

台中在來 1 號(Taichung Native1, TCN1)

台中秈 17 號(Taichung Sen17,TCS17)

高雄秈 7 號(Kaohsiung Sen7, KSS7)

台中秈 10 號(Taichung Sen10, TCS10)

台秈1號 (Taisen 1，TS1)

梗米 (japonica rice)

台農 67 號 (Tainung67，TNu67)

台農 70 號 (Tainung70，TNu70)

台南 9 號 (Tainan9，TN9)

台中 189 號 (Taichung189，TC189)

高雄 142 號 (Kaohsiung142，KS142)

糯米 (waxy rice)

台中秈糯 1 號 (Taichung Sen Waxy1，TCSW1)

紅腳糯 (Hong Xiao Waxy，HKW)

台中糯 70 號 (Taichung Waxy70，TCW70)

新竹糯4號 (Hsinchu Waxy4，HCW4)

上述14種米種皆爲省產1990年第一期作之精白米，由台中區農業改良場提供。

實驗方法

(一)稻米支鏈澱粉的純化

1. 純化方法

依 Takeda 等人 (1987) 的方法，將乾重 10 克的米澱粉溶於 300mlDMSO。在充氮狀態下，煮沸十五分鐘後，加入 300ml 乙醇 0℃，下貯存若干小時，以4000 rpm 在 4 ℃ 下離心二十分鐘，收集沉澱物，再重上述步驟一次，所得之沉澱物溶於 400ml 的熱蒸餾水中，加入含有 100ml 1 anol，100ml isoamyl alcohol 及 1300ml 蒸餾水的混合液。之後，充氮迴流下，煮沸三小時，待其冷卻至 50℃ 時，將混合液連同容器置於保麗龍盒中，貯放一夜，然後移至 8℃ 下繼續靜置48 小時，以 10000 rpm 在 4℃ 下離心二十分鐘，所收集之上清液在 40℃ 下濃縮至約 400 ml 後，加入800ml 乙醇，以 G-2 玻璃過濾器收集沉澱物，重覆上述步驟一次後，將沉澱物乾燥，即得支鏈澱粉。

2. 純度鑑定

依 Takeda 等人 (1987) 之法，利用膠體層析法 (gel －permeation chromatograph，GPC) 進行分析，取10ml 之支鏈澱粉溶液，以蠕動幫浦 Minipuls 2，Gelson，U.S.A.) 打入充塡

Fractogel TSK HW-75(F) (Merck, Germany) 的管柱中(2.6×95 cm；Pharmacia，Sweden)，析出液(eluent) 爲 50mM 的NaCl，流速 40 ml／hr，溫度 35℃，每十五分鐘收集一管，收集液之總碳水化合物含量以 Phenol-Sulfuric acid (Dubois et al. 1956) 法測試，即取 1ml 的樣品溶液(約含 25～100 ug／ml 的葡萄糖) 加入 1ml 5%的酚溶液後，快速沖入 5ml濃硫酸，冷卻至室溫後，於波長 488nm 下測其吸光值，以葡萄糖做標準液作爲對照組。

(二)支鏈澱粉分子微細結構的分析

1. 平均聚合度 (average degree of polymerization，$\overline{DP}$) 採 Hizukuri 等人 (1983) 的方法，將支鏈澱粉溶液，以 Modified Park Johnson's method 測定還原端之量，即取 1ml的樣品溶液(約含 1～5 ug／ml的葡萄糖量)，加入 0.5ml 的 0.1% potassium ferri cyanide($K_3Fe(CN)_6$) 及0.5ml 緩衝溶液(含0.48 % Na_2CO_3，0.92% $NaHCO_3$ 及 0.065% KCN)，於沸水浴中加熱十五分鐘，在冷卻十分鐘後加入 2.5ml 的 0.3%$FeNH_4(SO_4)_2$ 溶液，在抽氣櫃中靜置二十分鐘，於715nm 下測其吸光值，並以葡萄糖標準液做對照組，求得還原糖量。另以 Phenol-Sulfuric acid 做總碳水化合物分析，則

$$\text{平均聚合度}\ \overline{DP} = \frac{\text{總碳水化合物}}{\text{還原糖量}}$$

2. 平均鏈長 (average chain length，$\overline{CL}$)

將支鏈澱粉進行剪支作用。取支鏈澱粉溶液 (10 mg ／ml) 5ml 置於沸水浴中十分鐘，待其冷卻後，加入pH3.5 的 50mM 醋酸緩衝液 5ml，再加入 18000 units isoamylase (Sigma，U.S.A.) 於 45℃ 下振盪 24 小時，然後放入沸水浴中約五分鐘，使反應停止。剪支後的支鏈澱粉溶液，以 Phenol Sulfuric acid 做總碳水化合物分析，再以 Somogyi-Nelson's method 進行還原糖測定，即將 25ml的 A液 (含2.5% anhydrous Na_2CO_3，2.5% $NaC_4H_4O_6$，2.0%$NaHCO_3$ 及 20% anhydrous Na2SO4) 與 1ml 的 B液(含 1.5% $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 混合，取 1ml 加入 1ml 的樣品溶液 (約含 200 ～800 mg／ml的麥芽糖) 中煮沸二十分鐘，冷卻後加入 1ml C液 (25g $(NH_4)_6MO_7O_{24} \cdot 4H_2O$／450ml H_2O 加21ml濃流酸及3g $Na_2HAsO_4 \cdot 7H_2O$／25ml H_2O)，振盪至反應完全，亦即二氧化碳不再產生爲止。定量至 25ml 後，於波長 520nm下測其吸光值，另以麥芽糖標準液爲對照組，計算還原糖，則

$$\text{平均鏈長}\ \overline{CL} = \frac{\text{總碳水化合物}}{\text{還原糖量}}$$

3. 最短分支鏈測定

依 Koizumi 等人 (1991) 的方法，取剪支後樣品 2mg 溶於 1ml 的 150mH NaOH，製得樣品溶液，進行 HPAEC- PAD (high performance anion-exchange chromatograph with pulsed amperometric detector)。使用的儀器爲 Model 4000i Dionex BioLC system 及 Model 2 PAD system (Dionex，Sunnyvale，CA，U.S.A.)。管柱爲 Dionex HPIC-AS6 (250mm×4mm I.D.) 脈衝電位及時間爲

$E = 0.10V\ (t = 300ms)$

E = 0.60V (t = 120ms)

E = -0.80V (t = 300ms)

，使用的兩種析出液爲 A：150mM NaOH，B：150mM NaOH 及 500mM NaOAc，其梯度控制爲：

0 min 時 60％A + 40％B

2 min 時 50％A + 50％B

10 min 時 40％A + 60％B

40 min 時 20％A + 80％B

流速爲 1ml／min， 常溫下進行。

4.平均鏈數 (average chain number，$\overline{NC}$)

每個支鏈澱粉分子的平均鏈數，即將前述所得的平均 聚合度與平均鏈長相除而得。

$$平均鏈數\ \overline{NC} = \frac{平均聚合度}{平均鏈長}$$

5.β-澱粉脢水解率 (β-amylolysis)

將支鏈澱粉進行β-amylolysis，取支鏈澱粉溶液(5mg／ml) 2ml 加入 pH4.8 的 20mM 醋酸緩衝液及 500 units 的 β-amylase (Sigma，U.S.A.)，於 37° C下振盪六小時後，置沸水浴中五分鐘，使酵素失活，作用後之溶液分別以 Phenol-Sulfuric acid 測得總碳水化合物量及以 Somogyi－Nelson's method 分析還原糖量。

$$\beta\text{-amylolysis}\ \% = \frac{還原糖量}{總碳水化合物} \times 100\%$$

6.平均外鏈長 (average exterior chain length，$\overline{ECL}$)

平均內鏈長 (average interior chain length，$\overline{ICL}$) 依照 Manners (1989) 的理論計算而得

$$ECL = \overline{CL} \times \beta\text{-amylolysis}\ \% + 2.0$$

$$ICL = \overline{CL} - \overline{ECL} - 1.0$$

7.分子鏈長分布 (distribution of chain length)

採膠體層析法進行分析。依前述平均鏈長之方法，將支鏈澱粉進行剪支後乾燥，得到粉末狀之樣品，取樣品溶液(1mg／ml) 10ml，以蠕動幫浦打入充填 Fracto- gel TSK HW -50(F)(Merck，Germany) 的管柱(2.6 × 100 cm，Pharmacia，Sweden)。析出液爲含有 0.02％ sodium azide 之蒸餾水，流速 0.625 ml／min，溫度35° C，每8分鐘收集一管，收集液分別以 Phenol sulufuric acid 及 Park-Johnson's method 分析總碳水化物及還原糖量，即可得分子鏈長之分布圖。

(三)支鏈澱粉理化性質之分析

1.藍價 (blue value，BV)

依 Gilbert 及 Spragg (1964) 之 iodine sorption method。取 10～15mg 支鏈澱粉加入 1ml 1N 的NaOH，置入沸水浴中加熱三分鐘，待其冷卻後，以 1N HCl 中和，將此樣品溶液加入約 0.14-0.2g potassium hydrogen tartrate ，再加入 1 ml 碘液(含 0.2％ I 及 2％ KI)，定量至 100ml 靜置二十分鐘，以波長680nm 測其吸光值。

$$藍價\ BV = \frac{吸光值}{濃度\ (mg／dl)} \times 4$$

2.最大吸收波長 (λ max)

取支鏈澱粉溶液 (5mg／ml) 1ml 加入 0.1g 酒石酸氫鉀後，再加入 0.5ml 碘液 (含有 0.2％ I 及 2％ KI) 定量至 50ml，靜置 30 分鐘，以波長 500～700nm 掃瞄，測定最大吸收波長。

3.固有黏度 (intrinsic viscosity，〔 η 〕)

依 Greenwood 等人 (1969) 之法。使用Cannon Fenske Viscometer 測定，分別配置 4～6 種不同濃度之支鏈澱粉的 1N NaOH 溶液 10 ml，於 22.5° C 下以編號50之毛細管，測其支鏈澱粉溶液流經固定距離，所需之時間，代入公式計算。

結果與討論

一、平均聚合度及平均鏈數

省產十四種稻米，其支鏈澱粉的平均分子聚合度大約介於 2700～12000個葡萄糖基間 (表一)，其中台中在來一號，台中秈十七號及高雄秈七號的支鏈澱粉分子聚合度較小，僅由 2700～2900 個葡萄糖基所組成。而同爲秈米的台中秈十號及台秈一號，其支鏈澱粉分子聚合度稍大，較接近梗米支鏈澱粉。此外，糯米支鏈澱粉的分子聚合度，介於秈米、梗米之間，其中，圓糯支鏈澱粉略大於長糯支鏈澱粉，而類似梗米支鏈澱粉。但 Hizukuri (1993) 分析之糯米支鏈澱粉分子聚合度卻遠大於秈米與梗米的支鏈澱粉，約爲19000 個葡萄糖基所組成，是否因爲品種不同所致，須更進一步探討。

稻米支鏈澱粉分子的平均分支數亦有明顯的差異(表一)。梗米支鏈澱粉分子的分支較秈米爲多，而秈米中又以台中在來一號，台中秈十七號及高雄秈七號支鏈澱粉的分支數最低。此外，長糯支鏈澱粉的分支數近似於台中秈十號與台秈一號，而圓糯支鏈澱粉則與梗米類似。

二、平均鏈長

平均鏈長爲支鏈澱粉的一個重要結構指標。省產秈米中，台中秈十號及台秈一號的支鏈澱粉分支鏈，平均由 18～19 個葡萄糖基組成。台中在來一號，台中秈十七號及高雄秈七號支鏈澱粉的平均鏈長則介於20～22 個葡萄糖基間。而各種梗米支鏈澱粉由平均聚合度 15～18 個葡萄糖基的分支鏈所組成 (表二) 。此梗米支鏈澱粉的平均鏈長略低於 Hizukuri (1993) 的結果 (CL＝19～20) 。但實驗均發現，秈米支鏈澱粉之平均鏈長高於梗米支鏈澱粉。此外，長糯支鏈澱粉的分支鏈平均聚合度爲 19～20 個葡萄糖基，與秈米支鏈澱粉類似，而圓糯支

表一、稻米支鏈澱粉分子之平均聚合度及平均鏈數

Table 1. The average degree ofpolymerization (OP) and the average chain number (NC) of rice amylopectins

variety	DP(glucose units)	NC
INDICA		
TCN1	2827 ± 9.2*	128.0 ± 0.27
TCS17	2885 ± 19.6	133.1 ± 0.50
KSS7	2743 ± 30.2	135.1 ± 0.07
TCS10	6481 ± 28.6	345.1 ± 1.93
TS1	7850 ± 22.0	424.3 ± 2.74
JAPONICA		
TNu67	8812 ± 22.9	503.9 ± 3.16
TNu70	11931 ± 17.1	760.9 ± 7.60
TN9	9540 ± 18.0	586.4 ± 5.96
TC189	10470 ± 20.4	678.6 ± 7.66
KS142	7327 ± 24.5	423.8 ± 2.98
WAXY		
TCSW1	7721 ± 27.8	389.2 ± 2.92
HKW	8270 ± 18.8	433.5 ± 2.73
TCW70	9101 ± 27.8	517.4 ± 3.46
HCW4	9844 ± 21.2	562.5 ± 2.73

*: Mean ± S.D., n=3

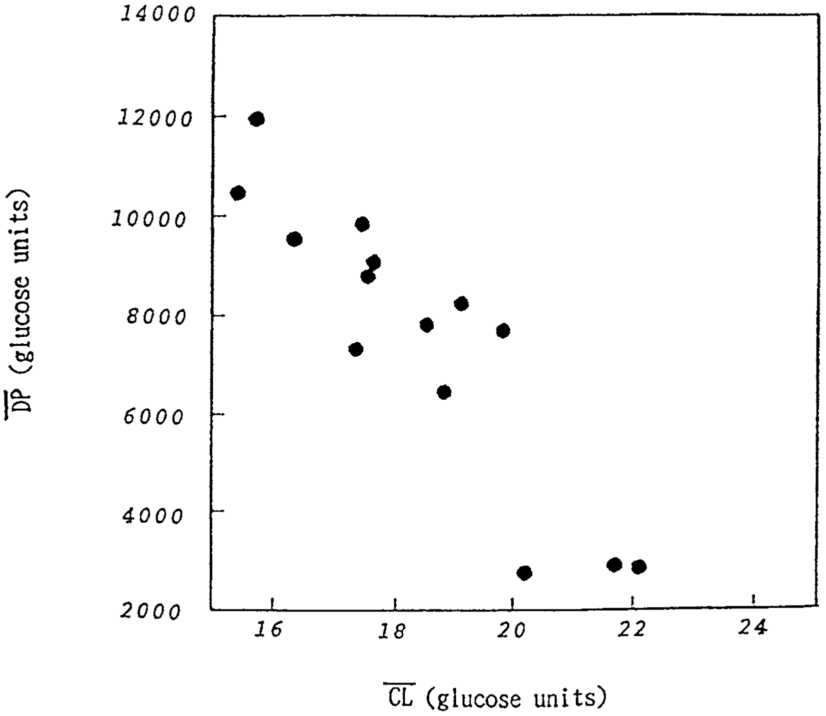
表二、稻米支鏈澱粉之平均鏈長、平均外鏈長、平均內鏈長及 -澱粉 水解率

Table 2. The average chain length (CL). the average exterior chain length (ECL), the average interior chain length (ICL) and the B-amylolysis of rice amylopectins

Variety	CL	ECL	ICL	β amylolysis(%)
		(glucose units)		
INDICA				
TCN1	22.1 ± 0.19	15.8	5.32	62.3 ± 0.05
TCS17	21.7 ± 0.22	15.4	5.25	61.9 ± 0.11
KSS7	20.2 ± 0.21	14.5	4.67	62.1 ± 0.07
TCS10	18.8 ± 0.18	13.4	4.34	60.9 ± 0.20
TS1	18.5 ± 0.17	13.2	4.20	61.1 ± 0.22
JAPONICA				
TNu67	17.5 ± 0.16	12.6	3.86	60.8 ± 0.33
TNu70	15.7 ± 0.18	11.5	3.23	60.3 ± 0.12
TN9	16.3 ± 0.19	11.7	3.59	59.5 ± 0.37
TC189	15.4 ± 0.20	11.3	3.18	60.0 ± 0.37
KS142	17.3 ± 0.18	12.2	4.08	59.0 ± 0.45
WAXY				
TCSW1	19.8 ± 0.22	13.1	5.71	56.1 ± 0.26
HKW	19.1 ± 0.16	13.2	4.83	58.9 ± 0.39
TCW70	17.6 ± 0.17	12.2	4.39	58.0 ± 0.33
HCW4	17.4 ± 0.18	11.8	4.58	56.4 ± 0.23

*: Mean ± S.D., n=3

鏈澱粉的平均鏈長則爲 17 ～18 個葡萄糖基，近似於梗米支鏈澱粉。稻米支鏈澱粉的平均鏈長與平均聚合度呈負相關的趨勢(圖一)，是否其他不同來源的支鏈澱粉皆有此關係，須進一步的探討。



圖一、支鏈澱粉平均鏈長與平均聚合度之相關性

Fig. 1 The relationships of the average chain length (CL) and the average degree of polymerization (DP) of the rice amylopectin.

總括而言，稻米的支鏈澱粉，其平均鏈長較其他不同來源之支鏈澱粉平均鏈長爲短(chestnut CL＝23，sago CL＝22～23，lotus CL＝22～23，sweet potato CL＝21～23，potato CL＝23～24，yam CL＝24～26)，而與小麥支鏈澱粉相接近 (Hizukuri，1993)。由於支鏈澱粉是形成結晶的主要成份，因此，澱粉的結晶型態與支鏈澱粉的鏈長有密切關係 French，1984)。平均鏈長較短者，如稻米、小麥等穀類澱粉，其結晶型態多爲 A－type；平均鏈長較長者，則爲 B－type，如 potato 及 yam；而 C－type 之平均鏈長則介於 A、B－type 間，如 sago、chestnut 及 lotus 等 (Hizukuri et al. 1983；Gidley and Bulpin，1987)。

三、β－澱粉酶水解極限，平均外鏈長及平均內鏈長

由於β－澱粉酶的水解始自非還原端，且以麥芽糖爲單位，依序水解至α－1,6 鍵結點前止，因此由表二稻米支鏈澱粉的β－澱粉酶水解率皆高於 50％的結果可推測，支鏈澱粉的α－1,6 鍵結點較集中於分支鏈的還原端，導致稻米支鏈澱粉的平均外鏈長高於平均內鏈長。由於支鏈澱粉的外鏈，是形成雙股螺旋的主要區域，因此，外鏈長於內鏈的現象，將

有助於支鏈澱粉的結晶形成並增加其穩定性 (French，1972；Hizukuri et al. 1983)。

支鏈澱粉之β－澱粉酶水解率的高低，依序爲秈米、粳米與糯米。由於秈米的平均鏈長較長，且β－澱粉脢水解率亦高，故其平均外鏈較粳米及糯米之支鏈澱粉長，約介於13～16個葡萄糖基間，而粳米支鏈澱粉的平均外鏈長則由11～13個葡萄糖基所組成。此外，長糯支鏈澱粉的平均外鏈長接近秈米，圓糯則類似粳米。粳米支鏈的平均內鏈長略低於秈米及糯米，但差異並不十分明顯，所有品種的支鏈澱粉平均內鏈長，皆在3～6個葡萄糖基之間。

四、鏈長分佈

將支鏈澱粉進行酵素剪支後，利用層析方法 (chromatography)，依支鏈分子長短順序分離。圖二爲台農六十七號支鏈澱粉剪支後，進行高效能陰離子交換層析所得的鏈長分佈圖。由於標準樣品的取得困難，僅能鑑定聚合度爲1～7個葡萄糖基的短鏈。省產十四種稻米的支鏈澱粉，其鏈長分佈型態雖略有不同，但其最短鏈長皆由六個葡萄糖基所組成。此特點亦見於其他不同來源的支鏈澱粉 (Koizumi et al. 1991)。若將剪支後之樣品進行膠體過濾層析法GPC)，則其鏈長的重量分佈 (weight-basis) 如圖三～五所示。依圖形之折曲點，將其區分爲超長鏈區extralong chain fraction)，長鏈區 (long chain faction) 及短鏈區 (short chain fraction)。除台中在來一號，台中秈十七號及高雄秈七號之支鏈澱粉具有一百個葡萄糖基以上的超長鏈區，而呈現三段式分佈 (trimodal distribution) 的型態外，其餘十一種支鏈澱粉，皆爲二段分佈 (bimodal distribution)。

短鏈區的波峰平均鏈長，以台中在來一號，台中秈十七號及高雄秈七號較高，糯米最低。而長鏈部份的波峰平均鏈長則以粳米稍高 (圖三～圖五)。十四種稻米的支鏈澱粉，其短鏈區的含量皆高於超長鏈區與長鏈區含量和 (表三)。依 Hizukuri 1986) 的支鏈澱粉模型，此短鏈區即是形成單一結晶區的部份，因此，短鏈含量高將形成較多的結晶區。由表三顯示除台中189號及高雄142號外，粳米及圓糯支鏈澱粉的長分支鏈含量較少，而台中在來一號，台中秈十七號及高雄秈七號之支鏈澱粉，超長鏈及長鏈含量和與短鏈含量的比值特別高，即其具有較多的長分支鏈。除分佈型態外，各區的含量比及波峰平均鏈長的差異皆可作爲區分澱粉來源的依據 (Hizukuri，1985)。

五、藍價與最大吸收波長

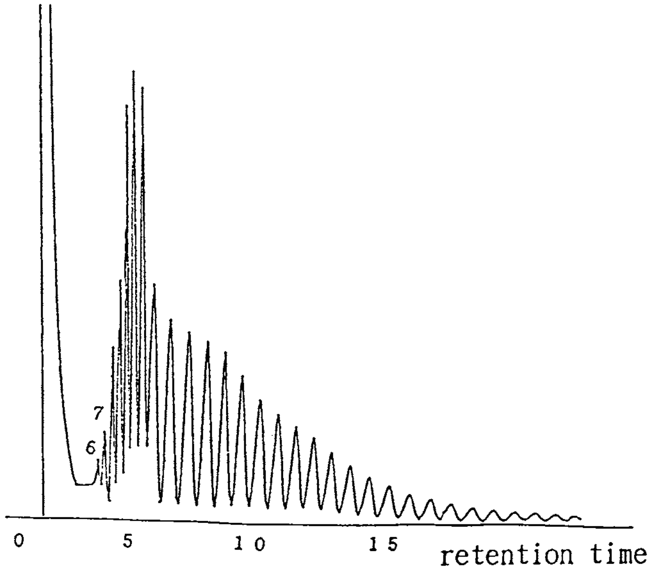
支鏈澱粉的藍價與最大吸收波長，可用以表示支鏈澱粉與碘分子的鍵結能力 (Takeda and Hizukuri，1987)。不同米種之支鏈澱粉，其藍價及最大吸收波長，分佈範圍很廣，顯示彼此結構的差異性。台中在來一號，台中秈十七號及高雄秈七號之支鏈澱粉，有較高的藍價，約爲0.165～0.260，最大吸收波長亦較高，介於592～607nm 間 (表四)。此種結果，可能源於支鏈澱粉的外鏈較長 (圖六)，且同時具有超長鏈，故與碘分子之親和力高。由於粳米支鏈澱粉之平均外鏈長極爲接近，集中在11.3～12.6個葡萄糖基間 (表二)，因此其藍價及最大吸收波長較無顯著的差異。此外，糯米支鏈澱粉的平均外鏈長雖然略高於粳米支鏈澱粉，但其藍價及最大吸收波長卻低於粳米，故推測糯米支鏈澱粉的分支鏈，具有相當緊密的空間排列 (closely spaced side chain)，由於此立體障礙，而不易與碘分子結合 (Takeda and Hizukuri，1987)。

表三、稻米支鏈澱粉鏈長分佈百分比

Table 3. The weight percentage of the chain length distribution of rice amylopectins

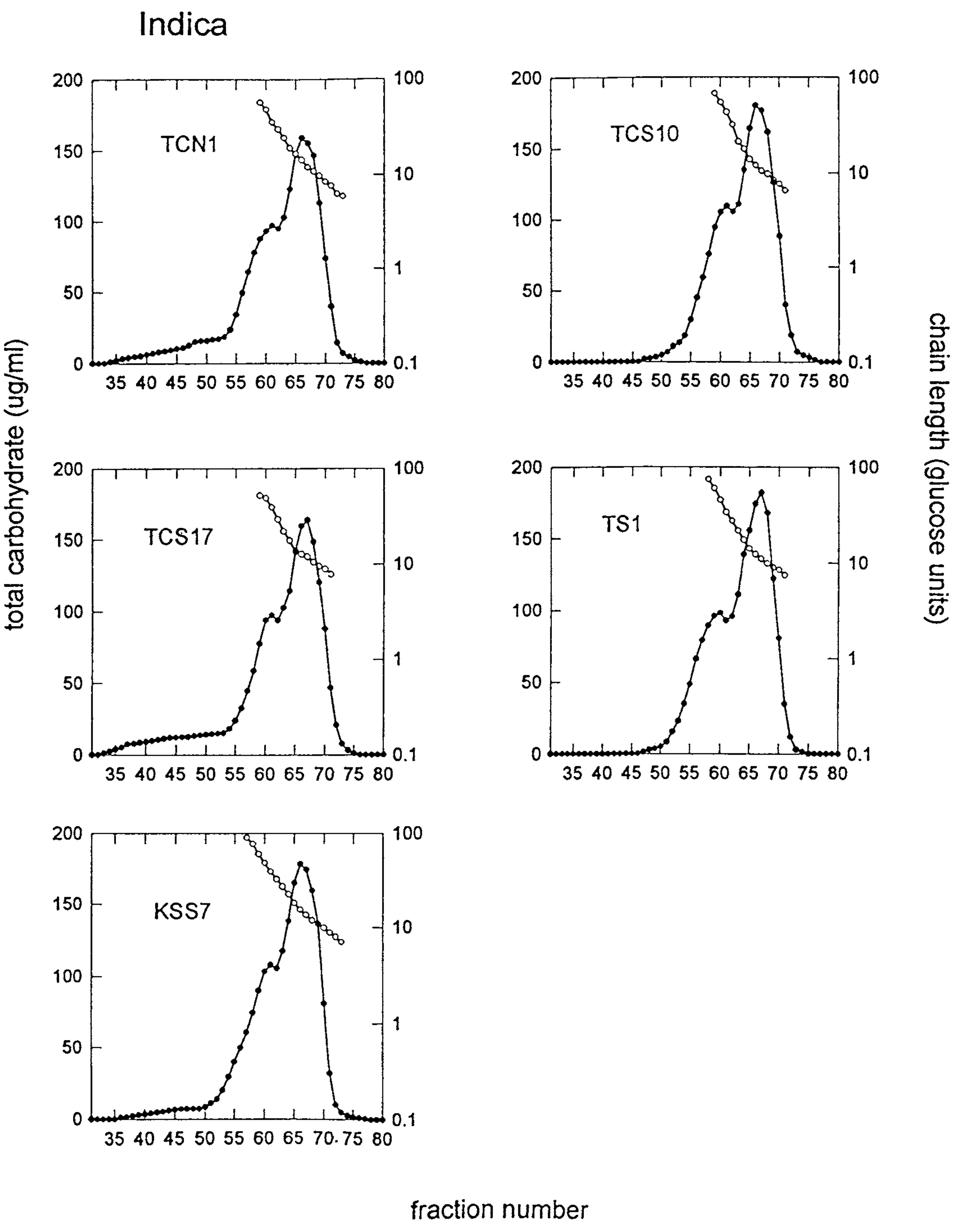
Variety	Extralong (%) (a)	Long(%) (b)	Short(%) (c)	a+b/c
INDICA				
TCN1	10.06 ± 0.13*	31.43 ± 0.25	58.51 ± 0.61	0.709
TCS17	10.93 ± 0.15	29.16 ± 0.21	59.91 ± 0.53	0.669
KSS7	3.74 ± 0.08	35.58 ± 0.31	60.68 ± 0.59	0.648
TCS10	N D	36.15 ± 0.26	63.85 ± 0.57	0.566
TS1	N D	34.87 ± 0.23	65.13 ± 0.64	0.535
JAPONICA	N D			
TNu67	N D	34.52 ± 0.24	65.48 ± 0.71	0.527
TNu70	N D	34.26 ± 0.19	65.74 ± 0.67	0.521
TN9	N D	34.48 ± 0.29	65.52 ± 0.73	0.526
TC189	N D	34.95 ± 0.27	65.05 ± 0.70	0.537
KS142	N D	35.35 ± 0.27	64.64 ± 0.69	0.547
WAXY				
TCSW1	N D	35.68 ± 0.21	64.32 ± 0.69	0.555
HKW	N D	34.99 ± 0.28	65.01 ± 0.80	0.538
TCW70	N D	34.17 ± 0.17	65.83 ± 0.77	0.519
HCW4	N D	33.87 ± 0.26	66.13 ± 0.69	0.512

*：Mean ± S.D., n=3　　N.D.：not detectable



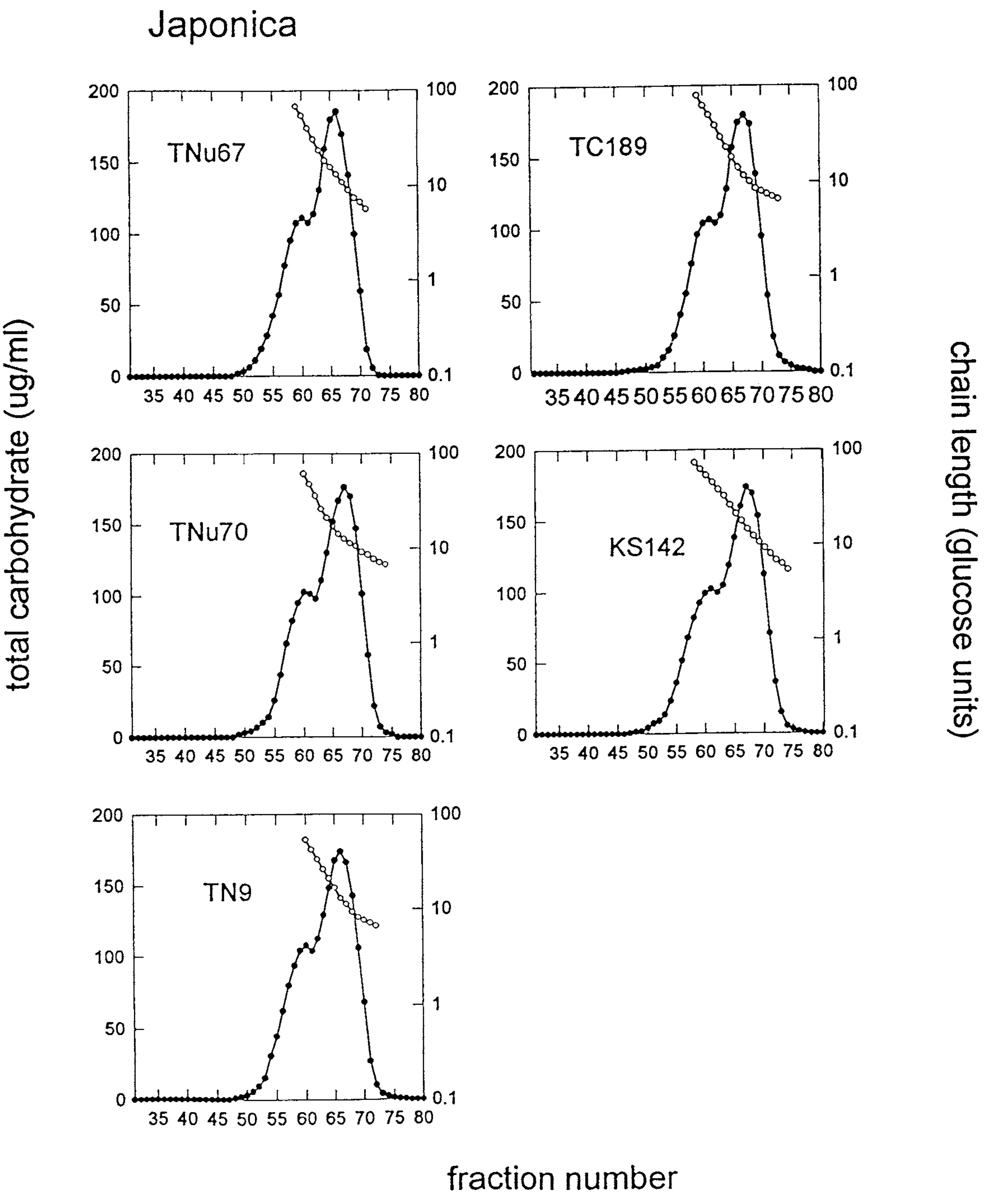
圖二、台農六十七號支鏈澱粉剪支後之陰離子交換層析圖

Fig. 2. The high performance anion-exchange chromatograph of the debranched amylopectin of TNu67. The number shown on the peak refers to the chain length of the peak.



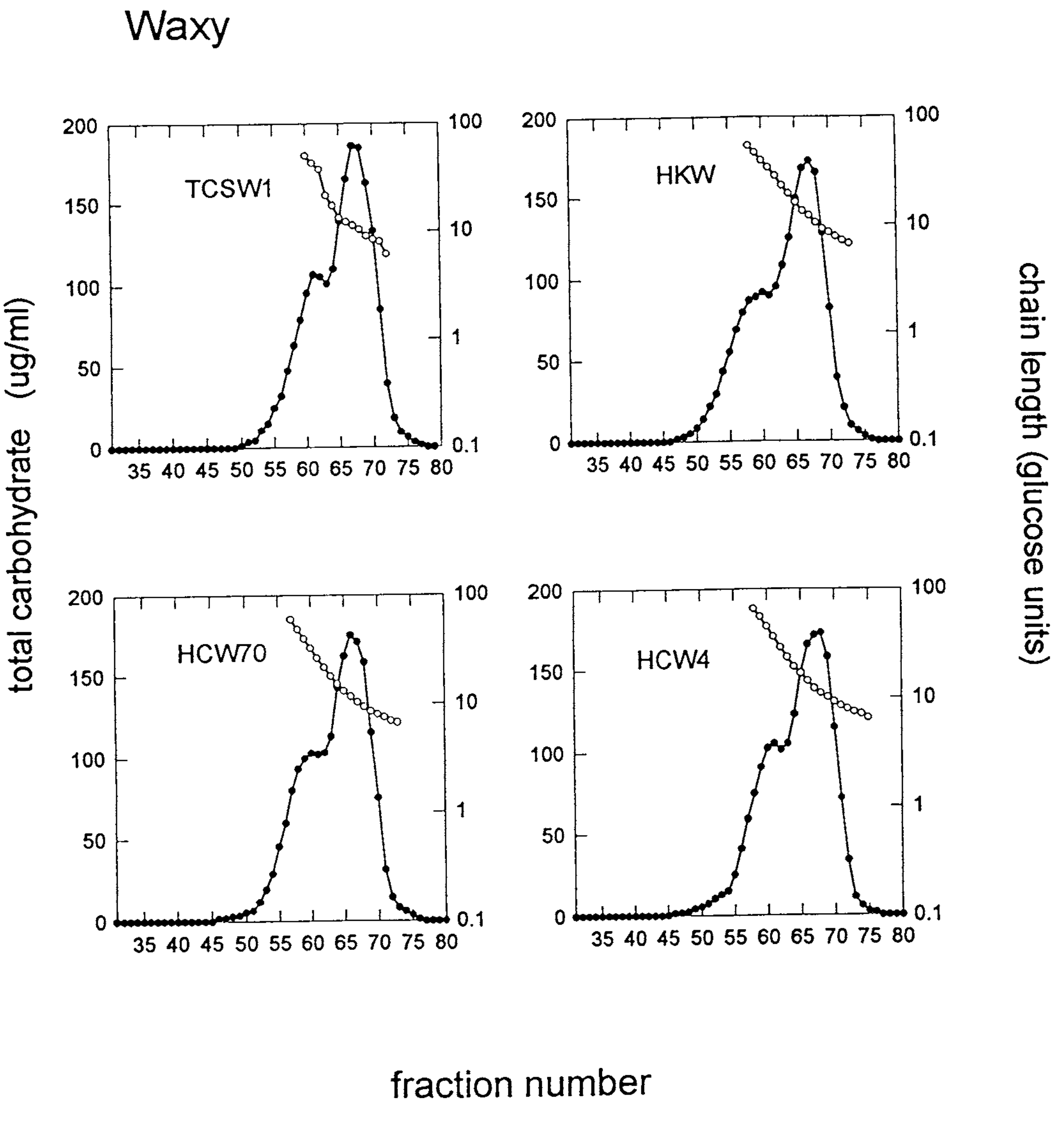
圖三、秈米支鏈澱粉之鏈長分布圖

Fig. 3. The distribution of the chain length of the indica rice amylopectin. The number shown on the peak refers to the chain length of the peak.



圖四、粳米支鏈澱粉之鏈長分布圖

Fig. 4. The distribution of the chain length of the japonica rice amylopectin. The number shown on the peak refers to the chain length of the peak.



圖五、糯米支鏈澱粉之鏈長分布圖

Fig. 5. The distribution of the chain length of the waxy rice amylopectin. The number shown on the peak refers to the chain length of the peak.

六、固有黏度

固有黏度與分子所佔之空間大小，有極密切之關係。就直鏈分子而言，固有黏度與分子量呈正相關，而有〔η〕= 0.51 × (DPn) (r = 0.88) 的關係 (Hizukuri et al. 1989)。而支鏈澱粉則不然。粳米與糯米支鏈澱粉的平均聚合度較秈米支鏈澱粉高 (表一)，但其固有黏度

卻較秈米支鏈澱粉低 (表四)，意謂著梗米及糯米支鏈澱粉的分子形狀，較趨向圓形或是分子大小的分布較爲集中 (Takeda and Hizukuri，1987)。而台中在來一號，台中秈十七號及高雄秈七號的支鏈澱粉由於具有超長鏈的分支，導致分子形狀呈長桿構形(elongated rod conformation)，佔有較大的空間，因此賦予較高的固有黏度。由此可知，支鏈澱粉的固有黏度與分子組織架構 (molecular architecture) 有關，而與分子量大小較不相關。

七、直鏈澱粉的含量

一般直鏈澱粉含量的測定，是利用直鏈澱粉特有的長鏈結構與碘分子形成螺旋複合物 (Helical complex) 而呈色來定量。一般測定稻米的直鏈澱粉含量，約介於 0～30% 之間，且隨栽種溫度變化而略有不同 (Asaoka et al. 1985)。本實驗初步發現，支鏈澱粉的各分支鏈雖然不似直鏈澱粉般擁有足夠長的直鏈構造，但仍具有若干與碘分子結合的能力，而提供部份的呈色效果。傳統高直鏈澱粉含量的秈米，其支鏈澱粉因分支外鏈較長，且具有超長鏈分支，因而與碘分子結合能力強 (表四)。由於傳統測量直鏈澱粉的方法，是由單一來源的直鏈澱粉與支鏈鏈粉以不同比例配製成標準溶液，測得吸光值作爲對照組。因此，推測其直鏈澱粉的含量，將因支鏈澱粉的結構差異，而造成某種程度的呈色誤差，故將傳統方法加以修正。即分別以各米種之直鏈澱粉與支鏈澱粉作爲標準品，分別建立呈色檢量線 (calibration curve) 來測定該米種之直鏈澱粉含量。

表四、稻米支鏈澱粉之藍價，最大吸收波長及固有黏度

Table 4. The blue value, the maximum absorbance of wavelength and the intrinsic viscosity of rice amylopectins

Variety	blue value	λ max(nm)	[η]
INDICA			
TCN1	0. 260 ± 0. 0122*	607	148
TCS17	0. 255 ± 0. 0171	607	159
KSS7	0. 165 ± 0. 0116	592	153
TCS10	0. 087 ± 0. 0065	559	132
TS1	0. 058 ± 0. 0041	556	128
JAPONICA			
TNu67	0. 048 ± 0. 0024	538	133
TNu70	0. 048 ± 0. 0033	537	138
TN9	0. 046 ± 0. 0041	537	137
TC189	0. 046 ± 0. 0025	537	131
KS142	0. 048 ± 0. 0041	537	136
WAXY			
TCSW1	0. 035 ± 0. 0016	533	135
HKW	0. 028 ± 0. 0024	527	136
TCW70	0. 037 ± 0. 0024	533	134
HCW4	0. 023 ± 0. 0016	525	132

*：Mean ± S.D., n＝3

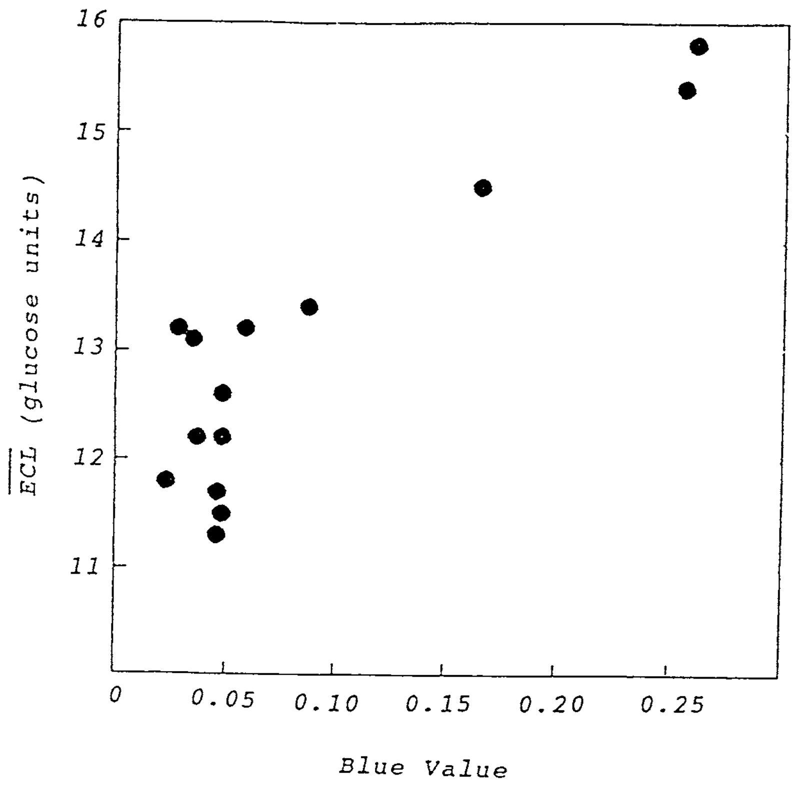
結果如表五顯示，所有米種其實際直鏈澱粉含量actual amylose content) 皆低於視直鏈澱粉含量 (apparent amylose content) ，且所謂高直鏈澱粉含量的秈米，事實上其直鏈澱粉含量約 15～16 %，僅略高於梗米之直鏈澱粉含量。Takeda 與 Hizukuri 曾以碘親和力的方法 (iodine affinity method) 測定秈米與梗米之直鏈澱粉含量，亦有相似的結果(Takeda and Hizukuri，1987，1989)。除糯米之外，支鏈澱粉具有超長鏈或長鏈含量高的米種，視直鏈澱粉含量較高。因此，是否可利用視直鏈澱粉含量作爲評估支鏈澱粉的微細結構的指標，值得再進一步探討。

表五、稻米澱粉之直鏈鏈澱粉含量

Table 5. The apparent and actual amylose contents of the rice starch

Variety	Apparent Amylose Content % (A)	Actual Amylose Content % (B)	A-B
INDICA			
TCN1	28.36 ± 0.14*	15.32 ± 0.11	13.04
TCS17	25.81 ± 0.12	15.75 ± 0.12	10.06
KSS7	24.15 ± 0.15	16.02 ± 0.12	8.13
TCS10	15.11 ± 0.11	13.68 ± 0.10	1.43
TS1	15.30 ± 0.12	14.18 ± 0.11	1.12
JAPONICA			
TNu67	15.67 ± 0.10	14.99 ± 0.14	0.68
TNu70	14.10 ± 0.09	13.27 ± 0.12	0.83
TN9	14.49 ± 0.09	13.83 ± 0.13	0.66
TC189	13.92 ± 0.11	13.56 ± 0.15	0.36
KS142	15.61 ± 0.10	13.98 ± 0.12	1.63
WAXY			
TCSW1	1.42 ± 0.02	1.31 ± 0.03	0.11
HKW	1.18 ± 0.02	1.09 ± 0.01	0.09
TCW70	0.99 ± 0.01	0.93 ± 0.01	0.06
HCW4	0.87 ± 0.01	0.82 ± 0.02	0.05

*：Mean ± S.D., n＝3



圖六、支鏈澱粉平均外鏈長與藍價之相關性

Fig 6. The relationship of the average exterior chain length (CL) and blue value of the rice amylopectin.

結　論

秈米支鏈澱粉的分子量小，分支數少，平均鏈長較長，約爲 18～22 個葡萄糖基，而粳米及糯米的平均鏈長，則分別爲 15～18 及 17～20 個葡萄糖基。所有的稻米支鏈澱粉的最短分支鏈皆由 6 個葡萄糖基組成。十四種稻米支鏈澱粉的鏈長分佈圖皆呈兩個波峰型態，其波峰點的平均鏈長分別爲 10～15 及 40～44 個葡萄糖基。一般而言，秈米具有較多的長鏈，其中，三種高直鏈澱粉含量的秈米，即台中在來一號、台中秈十七號及高雄秈七號，其支鏈澱粉更含有少量的一百個葡萄糖基以上的超長鏈。

秈米支鏈澱粉因爲具有較多的長鏈，故其藍價以及 最大吸收波長皆高。另外，秈米支鏈澱粉的分子聚合度低，卻有較高的固有黏度，意味著這些支鏈澱粉的分子因具有較多的長鏈而呈長桿構形 (elongated rod conformation) 。

支鏈澱粉的回凝速率及回凝程度與其鏈長分布的特性有關。大致而言，長鏈會加速回凝，

且易於形成接合區而使支鏈澱粉凝膠變硬。而聚合度6～9的超短鏈則有抑制回凝，降低支鏈澱粉凝膠硬度的作用。由於這些性質會影響米飯入口品質，因此，除了直鏈澱粉含量外，支鏈澱粉具有較多長分支鏈，尤其是具有超長鏈者，其米飯的入口品質較差。

參考文獻

Asoaka, M., Okuno, K., and Fuwa, H. 1985. Effect of environmental temperature at the milky stage on amylose content and fine structure of amylopectin of waxy and nonwaxy endosperm starches of rice. Agric. Biol. Chem. 49:373.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. J. Anal. Chem. 26:350.

French, D. 1972. Fine structure of starch and its relationship to the organization of starch granules. J. Jpn. Soc. Starch Sci. 19:8.

French, D. 1984. Organization of starch granules. p183 in " Starch : Chemistyr and Technology " 2nd ed. WHISTLER, R. L., BEMILLER, J. M. and PASCHALL, E. F.eds. Academic Press. N.Y. NY.

Gidley, M. J., and BULPIN, P. V. 1987. Crystallization of maltooligosaccharides as models of the crystalline forms of starch : Minimum chain length requirment for the formation of double helices. Carbohydr. Res. 161:291.

Gilbert, G. A., and SPRAGG, S. P. 1964. Iodimetric determination of amylose. p168 in " Methods in carbohydrate chemistry Vol.IV " WHISTLER, R. L. ed. Academic Press. N. Y. N.Y.

Greenwood, C. T. 1964. Viscosity-molecular weight relations. p179 in " Methods in carbohydrate chemistry Vol.IV " WHISTLER, R. L. ed. Academic Press. N. Y. N.Y

Hizukuri, S. 1985. Relationship between the distribution of the chain length of amylopectin and the crystalline structure of starch granules. Carbohydr. Res. 141:295.

Hizukuri, S. 1986. Polymodal distribution of the chain length of amylopectins and its significance. Carbohydr. Res. 147 :342.

Hizukuri, S. 1993. Towards an understanding of the fine structures of starch molecules. Denpun Kagaku 40:133.

Hizukuri, S., KANEKO, T., and TAKEDA, Y. 1983a. Measuremant of the chain length of amylopectin and its relevance to the origin of crystalline polymorphism of starch granules. Bio-chem. Biophys. Acta. 760:188

Hizukuri, S., SHIRASAKA, K., and JULIANO, B. O. 1983b. Phosphorus and amylose branching in the rice starch granules. Starch 35:348.

Hizukuri, S., TAKEDA, T., and MARUTA, N. 1989. Molecular structures of rice starches. Carbohydr.Res.189:227.

Koizumi, K., FUKUDA, M., and HIZUKURI, S. 1991. Estimation of the distribution of chain length

of amylopectins by high performance liquid chromatography with pulsed amperometric detection. J. Chromatogr. 585:233.

Takeda, Y., HIZUKURI, S., and JULIANO, B.O. 1987. Structure of rice amylopectins with low and high affinities for iodine. Carbohydr. Res.168:79.

Correlations Between Rice Fine Structure and It's Quality

Shin Lu
Department of Food Science, National Chung Hsing University.
Taichung Taiwan

Abstract

Fourteen varieties of rice from Taiwan, including five indica, five japonica and four waxy cultivars, were used in this study for the examination of fine structure and physicochemical properties of the amylopectin.

The results indicated that the amylopectin of indica rice, when compared with that of jopinica and waxy vatieties, had lower molecular weight, average degree of polymerization (DP), and average chain number. The shortest average DP was 6 glucose units for all 14 rice varieties. The average chain lengths (CL) of amylopectin were 18-22, 15-18 and 17-20 for indica, japonica and waxy rice, respectively. Amylopectin of the indica varieties, but not the other varieties, with high amylose content was comp osed of a small amount of extra long chain (DP>100). The CL distribution profiles of amylopectins for these 14 varieties could be divided into two fractions, corresponding to CL of 10-15 and 40-44.

Amylopectin of the indica rice ha.d a relatively high blue value and λ max, implying that a high proportion existed as long branches . The amylopectin of three indica varieties with lower DP exhibited higher intrinsic viscosity, which might be attribut ed to the more elongated rod conformation of the small amount of extra long chain amylopectin. It is proposed that these extra long chains within amylopectin would result in the unique eating quality of the cooked indica rice.

key words: rice, amylopectin

稻米運銷之改進

謝 慶 雄
台灣省政府糧食局

稻米運銷現況

一、農民生產稻穀之銷售

水稻收穫後一般銷售有兩個管道，一是繳售給政府的計畫及輔導收購，一是賣給糧商。近年來由於農村勞力缺乏部分農民將濕穀直接售給有烘乾設備之糧商後，由糧商將欲繳售給政府的稻穀烘至水分含量百分之十三，餘則烘至百分之十五自行收購；亦有部分農民自行烘乾分開繳售，前者爲公糧，後者爲民間自由流通米（民糧），以民國八十三年爲例，政府收購公糧有六三萬三、一〇九公噸，佔當年生產量二〇六萬一、四〇三公噸之七四・六四％；在民糧部分由生產者直接售予碾米工廠之比率爲四三・五一％，售予中間商一三・六九％，售予農民團體者佔一一・三七％，另售予批發商、大消費戶及零售商者等佔六・〇七％。碾米廠將稻穀碾成白米售予白米批發商、零批商、零售商消費者超級市場及大消費戶，而批發商亦有相同銷售對象。

二、政府公糧之處理

公糧之收購除有掌控安全存糧之目的外，亦有維持稻作農戶合理利潤之考量，爲維持公糧品質，本局將收儲的稻穀委託各公、民營倉庫儲存，公營者指農會、合作農場，民營者乃一般糧商，惟工公、民營倉庫皆與本局訂有委託合約，以確保品質與數量。爲確保品質本局有多種推陳換新措施，如撥售軍糧、經常糧（學訓糧、醫療榮民糧、救濟糧、外島民糧及法務糧）、調節糧（酒糧、內外銷食品原料糧、機關糧、學童午餐糧）、外銷米及飼料米等。以民國八十三年爲例，政府收購公糧有六三萬三、一〇九公噸，撥售軍糧三萬七、二二四公噸糙米（以下撥售數量皆爲糙米計）、經常糧一萬一、五四七公噸、調節糧十萬三、四九二公噸、外銷米十二萬二、九五〇公噸、飼料米十二萬六、一六八公噸，合計四十萬一、三八一公噸，換算稻穀約爲五十萬一、七二六公噸。八十二年政府撥售以上各種糧爲六八萬四、七一八公噸糙米，折稻穀爲八五萬五、八九八公噸，以上所撥售公糧除飼料米外大都由本局委託之公、民營白米加工廠加工成白米，以PP袋包裝交由火車、汽車承運。公糧稻穀加工成糙米必須經本局之米穀檢驗人員檢查合格後始得再加工爲白米，加工成白米仍得經上述人員檢驗合格後始可交到消費者手中，惟今之稻米加工大多採一貫化作業，即將稻穀直接加工成白米。

三、臺灣地區稻穀儲存倉庫之簡介

稻穀儲存之倉庫以構造別區分為鋼筋混凝土、鋼筋混凝土圓桶倉、鋼板圓筒倉、加強磚造、磚造、木造、土造、力霸鋼架及簡易式鋼架，截至八十一年六月底止共有四、八六九棟，其中木造、土造、力霸鋼架及簡易式鋼架大多因環保等其它因素而遷建或改建，至八十三年六月底止，只剩下二、八〇九棟倉庫，總體積三七四萬七、三六一立方公尺，倉容總量二、〇五三、二一三公噸。

四、民間流通米之銷售輔導

糧食局為促進白米銷售現代化，鼓勵農民生產優良品質稻米，推動市場銷售白米分級包裝，於七十年頒訂「小包裝白米分級銷售輔導要點」以加強管理，目前本局輔導小包裝白米廠商計有三三五家，其中發給特級白米合格證者二九〇家，一級白米合格證者四十五家，銷售之小包裝食米年計八十四萬公噸，佔消費量五十七％左右；未接受輔導廠商碾製未分級小包裝食米年計約二十八・七萬公噸，佔消費量一九・五％左右。其他則為大包裝或散裝銷售。

取得合格證之廠商必須接受本局及米穀公會組成之檢查小組每月抽檢，經檢查不合格者依規定標準予以記錄，輕者警告，重則停止使用合格證，不再予以輔導。八十三年共計抽檢五、一九七家次，合格者四、五五一家次，佔八十七・六％，不合格者六四六家次，佔一二・四％。未接受輔導之小包裝、大包裝及散裝等型態出售之食米，因目前尚無法令依據可資抽檢，品質相對較差。

五、輔導良質米銷售

政府為平衡稻米產銷，提高食米品質，除推行稻田轉作休耕計畫等諸項措施外，本局自七十三年第二期作起先輔導西螺農會與農戶契作生產良質米，並自七十四年二期起與農林廳共同擴大輔導辦理。八十三年度收購良質米數量為八萬四、七八八公噸，佔年稻米產量二〇六萬一、四〇三公噸之四％左右。

八十四年度參與本計畫之輔導單位已增至二十六家農會、五十六家糧商，合計八十二家與農民契作生產良質米，並同意該等廠商依「良質米服務標章使用管理要點」在包袋上套印良質米大姆指標章。另自八十三年度起設計良質米認證標籤，按照廠商實際收購數量核發使用，並由本局管理處抽檢合格者，按其數量分次發給黏貼於包袋上。

六、推動CAS優良農產品標誌制度

本局自八十一年度起接受參加良質米輔導之廠商申請使用CAS特級良質米標誌，目前共核准十家。

使用本標誌之廠商必須接受定期及不定期工廠環境衛生之評估，並抽購市售產品，檢驗農藥殘留、重金屬、黃麴毒素及做食味評鑑、米之外觀品質檢驗等，以確保食米之衛生安全，維護消費者權益。

稻米運銷之改進

一、自八十五年度起推動集團契作良質稻穀不繳公糧試辦計畫，其重點內容為：

（一）遴選產銷良質米經營條件及品管績效良好且願意以價位反應品質經營策略之受輔導單位三家農會（大甲、草屯、池上）及三家民營糧商（明新、泉順、陸協）共六家與良

質米適栽區之農民辦理集團契作栽培。

（二）參與計畫之契作農戶不得將稻穀繳售爲公糧，以免良質米混入公糧體系及確保原料之來源。

（三）辦理分級檢驗，實施品管區隔，提昇品質，建立口碑及權威性。

（四）優點爲良質米不繳售公糧，經分級檢驗符合CNS一等者高價收購（一期作十九・八八元，二期作二十一元），節省政府收購資金並可增加農民收益。

二、實施濕穀收購，二段式烘乾，分級檢驗，分倉保管，低溫儲存。

三、輔導廠商更新碾米加工設備，採用眞空包裝，維護食米品質。

四、建立糧商自行檢驗制度，加强市售品管，並及時銷售以免品質劣化。

五、與學術團體、社團機構等合作，定期或不定期至市面抽檢各品牌白米，發布結果供消費者參考。

六、加强宣導促銷活動，强調米食營養與健康關係，供消費者樂於食用米飯。

七、配合農產品國家標準CNS公佈實施，重新研擬小包裝白米及良質米分級輔導標誌。

八、健全稻米檢驗法規，有效執行市售食米檢驗工作，確實監督管理食米品質，保障消費者權益。

九、輔導民間團體（農會或米穀公會）籌設稻米交易中心，增加稻米購銷管道，促使市場價格透明化。

十、建立電話語音查詢系統，做爲大衆查詢稻米運銷相關資訊管道，並在都市型糧食管理處設立國產稻米展示櫥窗及電腦顯示板介紹相關訊息。

對稻作生產與稻米利用改良上的建議

張 德 慈
海外技術合作委員會

一、稻米生產策略

1.擴展稻米的用途：

(1) 開發加工食品及飲料。

(2) 開發啤酒、仿葡萄酒與白蘭地酒製品。

(3) 宣揚米的優點，如少纖維、不影響血壓、無敏感性作用、降低血清脂質等。

2.生產上的改良：加强不平凡種原的蒐集，並且利用生物技術進行生產改良工作：

(1) 省水：選育對水分需求量低或用水效率高的品種。

(2) 省工：以直播方式降低生產成本。

(3) 少用農藥：培育持久性抗病、蟲害的品種。

3.生產上的調整：

(1) 注重政策性的生產調整。

(2) 强化氣象預測能力，用於擬定稻米生產計畫。

(3) 輪作及休耕地應予妥善保養，維持生產水稻的潛能。

二、稻作生產技術改進

(1) 建立完整的直播栽培技術。

(2) 檢討並改進宿根再生栽培技術，未來必要時可迅速採用。

(3) 抗病、蟲害：育種與栽培技術並重。

(4) 永續性栽培措施：採用有機肥料、與其他作物輪作等。

三、米質改良

(1) 若干早期育成之稉稻品種可能具有甚爲優良的品質，僅稍次於日本的「越光」品種，產量往往偏低，亦不抗病，但可考慮用爲育種材料。

(2) 品種改良時應注意雜交所使用親本的性狀，秈稉稻雜交往往難以回收親本型質，檢定米質的世代宜早，並不可過度依賴化學性狀分析，仍應注重試煮試吃。

(3) 良質米的規準應更嚴格，並實施檢驗。稻米包裝袋上應註明品種名 (在指定族群內)、種植地點與年期、分級標誌等資料。

(4) 加强良質米的宣導。

四、收穫後處理與運銷

(1) 注意適時收穫與乾燥技術。

(2) 儘量減短自收穫至乾燥、乾燥後至加工調製間的時長。

稻作生產改進策略研討會專刊

發行人：林 俊 義

出版者：臺灣省農業試驗所

地址/臺中縣霧峰鄉中正路189號

電話/(04) 330-2301

電傳/(04) 333-8162, 330-2806

承印者：寶成電腦文字排版坊

地址/臺中市建成路300號

電話/(04) 213-0862

電傳/(04) 211-1655

中 華 民 國 八十五 年 六 月出版

非 賣 品